

# **rHead Recon- tekonivel väärtinäluun pään murtuman hoidossa**

**Oskari Oikarinen**

**Syventävien opintojen tutkielma**

**Helsingin yliopisto**

**Lääketieteellinen tiedekunta**

**1.1.2020**

# HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty <b>Lääketieteellinen tiedekunta</b>		Laitos – Institution – Department <b>Clinicum</b>	
Tekijä – Författare – Author <b>Oskari Aleks Oikarinen</b>			
Työn nimi – Arbetets titel – Title <b>rHead Recon- tekonivel värttinäluun pään murtuman hoidossa</b>			
Oppiaine – Läroämne – Subject <b>Ortopedia ja traumatologia</b>			
Työn laji – Arbetets art – Level <b>Tutkielma</b>	Aika – Datum – Month and year <b>1.1.2020</b>	Sivumäärä -Sidoantal - Number of pages <b>45</b>	
<p>Tiivistelmä – Referat – Abstract</p> <p>Värttinäluun pään (caput radii) murtuma on yleisin kyynärpään alueen murtuma. Virheasentoinen tai pirstaleinen murtuma, varsinkin yhdistettynä kyynärnivelen tai kyynärvarren sijoiltaanmenoon, voi heikentää merkittävästi kyynärnivelen tukevuutta ja toimintaa. Pirstaleisia murtumia on totunnaisesti hoidettu värttinäluun pään poistolla ja sittemmin useimmiten murtumakappaleiden kiinnityksellä. Värttinäluun pään poistoon ja pirstaleisen murtuman kiinnitykseen on kuitenkin liittynyt huomattavia komplikaatioita, ja toiminnalliset tulokset ovat olleet osassa seurantatutkimuksista epätydyttäviä.</p> <p>Värttinäluun pään korvaamisen metallisella tekonivelellä on biomekaanisissa tutkimuksissa havaittu turvaavan useimmiten hyvin kyynärnivelen tukevuuden ja riittävät liikeradat pirstaleisten murtumien ja murtumaluksaatiovammojen yhteydessä. Tekonivelellä hoidettujen potilaiden seurantatutkimuksissa on saatu lupaavia tuloksia, mutta potilasaineistot ovat olleet pieniä ja tekonivelmallit vaihtelevia.</p> <p>Tutkimukseen kutsuttiin mukaan kaikki Töölön sairaalassa vuosina 2009-2015 metallisella rHead Recon-bipolaaritekonivelellä hoidetut värttinäluun pään murtumapotilaat. Yhteensä 58 potilasta osallistui tutkimusvastaanottokäynnille, ja päätulosmuuttujana olleeseen OES-kyselyyn vastasi lisäksi kirjeitse seitsemän potilasta. Vastaanottokäynnillä potilaat vastasivat toimintakykymittareiden kysymyksiin, ja kyynärnivelen liikelaajuudet mitattiin.</p> <p>Potilaiden keskimääräinen tulos Oxford Elbow Score (OES)- toimintakykymittarissa oli 41 pistettä, mikä on mittarin tulkintaosion mukaan vitteellinen tulos kyynärnivelen pääosin ongelmattomalle toiminnalle.</p> <p>Tärkeimmän toissijaisen tulosmuuttujan Mayo Elbow Performance Scoren (MEPS) keskimääräinen pistemäärä oli 91 pistettä, mikä vastaa sanallisesti arvioiden erinomaista kyynärnivelen toimintaa.</p> <p>Tutkimuksen tulos vahvistaa aiemmista kliinisistä seurantatutkimuksista saatuja havaintoja, joiden mukaan vaikeiden pirstalemurtumien ja murtumaluksaatiovammojen hoito metallisella bipolaaritekonivellä näyttäisi useimmiten turvaavan kyynärnivelen tyydyttävän toiminnan arkielämässä.</p>			

# **Sisällysluettelo**

## **1. Johdanto**

- 1.1. Värttinäluun pään anatomiaa
- 1.2. Värttinäluun pään murtumien epidemiologiaa
- 1.3. Murtumien luokittelu
- 1.4. Pirstaleiset murtumat ja murtumaluksaatiot
- 1.5. Värttinäluun pään murtuman tekonivelhoito
- 1.6. Tekonivelmallit ja niiden jaottelu

## **2. Tutkimuksessa käytetty tekonivelmalli ja asennustekniikka**

- 2.1 Tekonivelmalli
- 2.2. Asennustekniikka

## **3. Kirjallisuuskatsaus**

## **4. Tutkimusasetelma ja tutkimuksen tarkoitus**

## **5. Potilasvalinta**

## **6. Tulosmuuttujat**

## **7. Tutkimuslupa ja eettiset näkökohdat**

## **8. Potilasaineisto**

## **9. Tulokset**

## **10. Johtopäätökset**

## **11. Viitteet**

# 1. Johdanto

## 1.1. Värttinäluun pään anatomiaa

Värttinäluun proksimaalipään (*caput radii*) anatomia on monimutkainen ja vaihtelee huomattavan paljon yksilöiden välillä (1). Värttinäluun pää muodostaa koveran ja nykytiedon mukaan yleensä ellipsin muotoisen pinnan (*fovea capitis radii*), joka niveltyy olkaluun nivelnastan värttinänastaan (*capitulum humeri*) muodostaen radiokapitellaarinivelen (2, 3). Radiokapitellaarinivelellä on jo pitkään tiedetty biomekaanisten tutkimusten perusteella olevan merkittävä osuus kyynärnivelen vakauden säilyttämisessä esimerkiksi valgus-suuntaisessa kuormituksessa, erityisesti kyynärniveltä tukevien nivelsiderakenteiden vaurioituessa (4, 5). Kyynärnível on luisten rakenteiden osalta verrattain vakaa nivel. Luiset rakenteet, tärkeimpänä kyynärluun ja olkaluun muodostama sarananivel (ulnohumeraalinivel), vastaavat pääosin kyynärnivelen tukevuudesta kyynärnivelen ollessa koukistettuna. Kyynärnivelen ollessa ojennettuna tärkeimmät tukevat rakenteet ovat lateraalisen sivusiteen (lateraalisen kollateraalligamentin) pitkittäinen osa ja mediaalisen sivusiteen (mediaalisen kollateraalligamentin) pitkittäinen osa. Muita tärkeitä kyynärniveltä tukevia pehmytkudosrakenteita ovat kyynärnivelen nivelkapseli, värttinäluun ja kyynärluun välinen luuvälikalvo sekä värttinäluun annulaariligamentti (*ligamentum annulare radii*). Lisäksi kyynärvarren lihasrakenteiden kiinnityskohdat kyynärnivelen seudussa tarjoavat mekaanista tukea kyynärnivelelle (6, 101), ja kaksi- ja kolmipäisten olkalihasten distaalijänteet toimivat kyynärnivelessä dynaamisina vakauttajina (103). Värttinäluun ja kyynärluun proksimaalipäät muodostavat proksimaalisen radioulnaarisen nivelen (PRUJ), jossa tapahtuu kyynärvarren rotaatioliike (supinaatio-pronaatio) (6). Radiokapitellaarinivel on ensisijainen kyynärniveltä vakauttava rakenne kyynärniveleen kohdistuvassa aksiaalisessa kuormituksessa ja tärkeä toissijainen vakauttaja toiminnallisesti tärkeässä valgus-suuntaisessa kuormituksessa etenkin kyynärnivelen ollessa ojennettuna, mediaalisen sivusiteen ollessa tällöin ensisijainen vakauttaja (7). Radiokapitellaariniveltä tarvitaan vakauden säilyttämiseksi myös kyynärnivelen posterolateraaliosassa kiertoliikkeessä ja sillä on viimeaikaisissa biomekaanisissa tutkimuksissa todettu merkitystä vakauden säilyttämisessä myös varus-suuntaisessa kuormituksessa (7, 8).

## 1.2. Värttinäluun pään murtumien epidemiologiaa

Värttinäluun pään murtuma on yleinen työikäisillä aikuispotilailla, ja nämä murtumat käsittävät noin 20-33% kaikista kyynärpään alueen murtumista, ollen useimmissa aineistoissa yleisin kyynärpään alueen murtumatyyppi. Murtuman esiintyvyys on epidemiologisissa tutkimuksissa ollut 2.5-2.9/10000 henkilövuotta (8, 9, 10). Kaas et al. selvittivät laajassa kohorttitutkimuksessaan vuonna 2010 värttinäluun pään murtumien epidemiologiaa.

Tutkimuksen aineistossa värttinäluun pään murtumapotilaista noin 60% oli naisia.

Murtumapotilaiden keskimääräinen ikä oli 48.0 vuotta. Naispotilaiden ikä oli tilastollisesti merkitsevästi miespotilaita korkeampi (52.8 ja 40.5 vuotta), ja murtuman esiintyvyys nousi naisilla selvästi voimakkaammin iän myötä (10).

Värttinäluun pään murtuma syntyy yleisimmin kaaduttaessa pronatoidun, osittain (alle 80 astetta) koukistetun kyynärnivelen varaan (7, 103). Myös kyynärpästä ojennetun yläraajan varaan kaatuminen on tavallinen vammamekanismi etenkin murtumaluksaatiovammoissa (10). Etenkin huonoasentoiseen tai pirstaleiseen murtumaan liittyy usein kyynärnivelen alueen muiden luisten rakenteiden ja nivelsiderakenteiden vammoja, mikä voi osaltaan vaarantaa kyynärnivelen tukevuuuden (103). Toisaalta voidaan sanoa, että kyynärnivelen luksaatiovammoihin liittyy usein värttinäluun pään murtuma. Kattavassa liittännäisvammoja tutkineessa kohorttitutkimuksessa todettiin liittännäisiä pehmytkudosvammoja tai murtumia 39%:lla potilaista, joilla oli värttinäluun pään murtuma. Yleisimpiä liittännäisvammoja olivat etu-takasuunnassa kyynärniveltä vakauttavan kyynärluun varislisäkkeen (*processus coronoideus ulnae*) murtumat (16%) ja kyynärnivelen luksaatiot (14%). Kliinisesti merkittäviä lateraalisen nivelsiteen vammoja todettiin 11%:lla potilasta, mediaalisen sivusiteen kliinisesti merkittäviä vammoja 1,5%:lla ja näiden yhdistelmävammoja kuudella prosentilla (11). Osassa aineistoista magneettitutkimuksella on todettu liittännäisvaurioita jopa yli kolmella neljästä potilaista, mutta suurin osa näistä vaurioista on kliinisesti varsin merkityksettömiä. Kyynärluun muita kuin varislisäkkeen murtumia ilmenee noin 1,2-12%:lla potilaista värttinäluun pään murtuman yhteydessä, ja olkaluun värttinänastan murtumia ilmenee noin kahdella prosentilla (11).

Pirstaleisten värttinäluun pään murtumien yhteydessä on eräässä tutkimuksessa todettu magneettitutkimuksen perusteella mediaalisen sivusiteen olevan vaurioitunut hieman yli puolella (54%) potilaista, ja lateraalisen sivusiteen jopa noin neljällä viidestä potilaasta. Jopa puolella

potilaista molemmat sivusiteet ovat olleet ainakin osittain vaurioituneet. Vain osa näistä todetuista nivelsidevaurioista on kuitenkin kliinisesti merkittäviä. Kyynärnivelen rustovammoja on todettu pirstaleisten murtumien yhteydessä magneettikuvauksessa noin kolmanneksella ja irtonaisia epävakaita luukappaleita käytännössä lähes kaikilla potilaista.

Murtumaluksaatiovammoissa sivusiteiden eriasteisia vaurioita on esiintynyt jopa 87.5%:lla potilaista (12). Olkavarsivaltimon vammoja on ilmennyt murtumaluksaatiovammojen yhteydessä 0,3-1,7%:lla ja eriasteisia hermovammoja jopa noin 20%:lla potilaista, yleensä kohdistuen keskitali kyynärhermoon (103).

### **1.3. Murtumien luokittelu**

Värttinäluun pään murtumat luokitellaan perinteisesti Mason-Johnstonin luokituksen mukaan neljään luokkaan (13). Joskus käytetään myös Mason-Johnstonin luokituksen pohjana olevaa Masonin jo vuonna 1954 julkaisemaa Masonin luokitusta, jossa luokkia on vain kolme (14). Luokitusten erona on, että murtumaluksaatiovammoille ei ole Masonin luokituksessa omaa luokkaa. Mason-Johnstonin luokituksessa luokkaan I kuuluvat fissuuramurtumat ja hyväasentoiset yksinkertaiset murtumat. Luokkaan II kuuluvat dislokoituneet yksinkertaiset murtumat, jotka käsittävät 30-50% värttinäluun päästä. Alkuperäinen luokitus ei kuitenkaan määrittele dislokaatioksi laskettavavan siirtymän määrää, ja tutkimuskäytössä on jouduttu käyttämään erikseen sovittuna rajana esimerkiksi Brobergin ja Morreyn vuonna 1987 ehdottamaa 2 mm siirtymää (16, 104). Luokkaan III kuuluvat pirstaloituneet murtumat, jotka käsittävät yli 50% värttinäluun päästä. Luokkaan IV kuuluvat murtumat, jotka yhdistyvät kyynärnivelen sijoiltaanmenoon eli murtumaluksaatiovammat. Murtumien luokittelu radiologisesti varsinkin luokkien II ja III välillä saattaa olla vaikeaa etenkin pelkkien natiiviröntgenkuvien perusteella, ja usein esimerkiksi luokkaan II luokitellut murtumat todetaankin leikkauksessa kuuluvan todellisuudessa luokkaan III tai toisinpäin. Röntgenkuvien perusteella tehdyssä luokittelussa on todettu merkittäviä eroavaisuuksia etenkin eri tulkitsijoiden, mutta myös saman tulkitsijan eri aikana tekemien tulkintojen välillä (16, 29).

Luokan I hyväasentoiset ja yksinkertaiset murtumat ovat yleensä liikkeessään vakaita, ja ne hoidetaan tyypillisesti konservatiivisesti. Saavutettu hoitotulos on konservatiivisella hoidolla hyvä useimmilla (85-95%) potilaista (10, 17, 18). Luokan II murtumien hoito on joissain

tapauksissa konservatiivinen, mutta useimmiten murtumakappaleiden kiinnitys leikkauksessa. Tutkimustiedon mukaan operatiivinen kiinnitys tarjoaa todennäköisesti luokan II murtumissa useimmiten parhaan lopputuloksen, ja siksi operatiivinen hoito on yleensä suositeltu hoitomuoto, joskin täysin varma leikkaushoidon paremmuus konservatiiviseen hoitoon verrattuna on osoittamatta (19, 105). Luokan III-IV murtumat ovat tyypillisesti epävakaita, ja niitä hoidetaan nykyisin useimmiten operatiivisesti murtumakappaleiden kiinnityksellä tai väärttinäluun pään tekoniivelellä. Tekoniivelellä on vähäisemmässä määrin hoidettu myös luokan II murtumia (20, 21, 22, 23). Toisaalta on huomioitava, että osa näissä tutkimuksissa tekoniivelellä hoidetuista luokkaan II kuuluviksi ilmoitetuista murtumista on luokiteltu Masonin alkuperäisen luokituksen mukaan luokkiin I-III. Osa näistä luokkien II ja III murtumista lienee ollut murtumaluksaatiovammoja, kuuluen Mason-Johnstonin luokittelussa luokkaan IV. Hoitomenetelmän valintaan konservatiivisen ja operatiivisen hoidon välillä vaikuttavat murtuman pirstaleisuuden ja asennon lisäksi esimerkiksi luun laatu, liitännäiset murtumat, todettavat nivelsidevammat ja kyynärnivelen vakaus ojennus-koukistusliikkeessä (15).

Tavallisin vammakokonaisuus väärttinäluun pään vaikeissa murtumissa ja murtumaluksaatiovammoissa on niin sanottu terrible triad- vamma, jolla tarkoitetaan kyynärnivelen sijoiltaanmenon, väärttinäluun pään murtuman ja kyynärluun varislisäkkeen murtuman yhdistelmää. Terrible triad- vammoissa radiokapitellaarinivelen ja varislisäkkeen tarjoama tuki kyynärnivelen vakaudelle on yleensä menetetty, ja lähes poikkeuksetta myös sivusiteissä on vaurioita (12, 24). Kyynärnivel on tällöin useimmiten vaikeasti epävakaa, ja hoito on haastavaa, mitä myös murtumatyyppin nimi kuvastaa. Toinen tyypillinen yhdistelmävammatyyppi on Monteggia- murtuma, jolla tarkoitetaan väärttinäluun proksimaalipään dislokaatiota yhdistettynä kyynärluun proksimaalipään murtumaan. Kolmas kliinisesti tärkeä, joskin selvästi harvinaisempi vammakokonaisuus on Essex-Lopresti- vamma, jossa väärttinäluun pään murtumaan liittyy koko kyynärvarren käsittävä luuvälikalvon repeäminen ja distaalisen radioulnaarisen nivelen (DRUJ) vaurio (15).

#### **1.4. Pirstaleiset murtumat ja murtumaluksaatiot**

Värttinäluun pään vaikeat, tavallisesti Mason-Johnston luokkiin III-IV kuuluvat murtumat esiintyvät useimmiten työikäisillä ja aktiivisilla potilailla, mikä lisää hoitotulokselta odotettavaa vaatimustasoa esimerkiksi kyynärnivelen mahdollisimman normaalin toiminnan palauttamisen suhteen (20, 25). Yleisimmin pirstaleinen murtuma syntyy yksinkertaisessa kaatumisvammassa seisomakorkeudelta, harvemmin esimerkiksi liikenneonnettomuuden seurauksena tai putoamisvammoissa (21, 22, 23, 25, 26, 27). Värttinäluun pään vaikeasti virheasentoinen tai pirstaleinen murtuma etenkin yhdistettynä kyynärnivelen tai kyynärvarren sijoiltaanmenoon heikentää merkittävästi kyynärnivelen tukevuutta ja toimintaa (28). Useimmiten vaikeisiin murtumiin liittyy nivelsidevaurioita, muita kyynärnivelen ja kyynärvarren alueen murtumia sekä kyynärnivelen sijoiltaanmenoja (12, 28). Aikaisemmin suurinta osaa näistä murtumista hoidettiin konservatiivisesti tai yksinkertaisella värttinäluun pään poistolla. Värttinäluun pään poistoon on kuitenkin tutkimuksissa liittynyt merkittävää kyynärnivelen epävakautta ja toisaalta joskus myös jäykkyyttä etenkin murtumaluksaatiovammoissa (30, 31, 32). Tämä on sopinut biomekaanisissa tutkimuksissa todettuun havaintoon värttinäluun pään merkityksestä kyynärnivelen toiminnan vakauttajana. Murtuman hoito värttinäluun pään poistolla vaatii joidenkin asiantuntijoiden näkemyksen mukaan lähtökohtaisesti mediaalisen sivusiteen ehjyyttä hyvän hoitotuloksen saavuttamiseksi, mikä on varsin harvinaista vaikeiden murtumien ja murtumaluksaatiovammojen yhteydessä (12). Mediaalisen sivusiteen ollessa vaurioitunut, komplikaatioriski hoitomuodossa kasvaa merkittävästi (32, 33). Lisäksi hoitomuodon onnistuminen edellyttää yleensä, ettei muitakaan kyynärpään alueen merkittäviä epävakautta aiheuttavia liitännäisvammoja todeta, mikä on tilanne vain arviolta neljänneksellä tai korkeintaan puolella potilaista vaikeiden värttinäluun pään murtumien yhteydessä (3, 103). Hoitomuotoa on pidetty joissain suosituksissa jopa jossain määrin vasta-aiheisena (34). Toisaalta erinomaisiakin tuloksia on raportoitu esimerkiksi pitkän aikavälin seurannassa Mason-Johnston II-IV murtumissa (17, 35), mutta näitä seurantatutkimuksia on myös kritisoitu esimerkiksi tulosmuuttujien valinnasta, ja hoitomuotoa ei suositellakaan erityisesti potilaille, joilla on liitännäisvammoja eikä esimerkiksi urheilijoille tai yläraajoillaan raskaita kuormia työssään käsitteleville (103).



Materiaalien ja menetelmien kehityttyä aiemmin vaatimattomaan toiminnalliseen tulokseen johtaneista murtumista suuri osa on opittu hoitamaan operatiivisesti murtumakappaleiden kiinnityksellä (1). Murtumakappaleiden kiinnitys on ollut kultastandardin asemassa varttinäluun pään merkittävästi dislokoituneiden murtumien hoidossa (7). Murtumaluksaatiovammoissa ja etenkin varttinäluun pään murtuman ollessa pirstaleinen (yli kolme murtumakappaletta) murtumakappaleiden kiinnitykseen on kuitenkin liittynyt seurantatutkimuksissa huomattavia komplikaatioita ja toiminnalliset tulokset ovat olleet paikoin epätydyttäviä. Lisäksi hyvin pirstaleisten murtumien kiinnittäminen etenkin heikentyneessä luuaineksessa saattaa olla teknisesti erittäin haastavaa tai jopa mahdotonta (7, 8, 28).

### **1.5. Varttinäluun pään tekonivel**

Varttinäluun pään korvaamisen metallisella puolitekonivelellä on biomekaanisissa tutkimuksissa havaittu turvaavan hyvin kyynärnivelen tukevuuden ja riittävät liikeradat vaikeasti virheasentoisten tai pirstaleisten murtumien yhteydessä siten, että nivelsiteet ja muut kyynärniveltä tukevat pehmytkudosrakenteet voivat parantua vastaten normaalia anatomiaa (36, 37, 38). Tekonivelen asennuksen indikaationa voi olla myös kivuliaaksi, liikerajoitteiseksi tai toisaalta epävakaaaksi jääneen, murtumakappaleiden kiinnityksellä tai varttinäluun pään poistolla aiemmin hoidetun murtuman jälkihoito. Joskus tekonivelen asennuksen indikaationa voi olla myös vaikeaoireisen vamman jälkeisen radiokapitellaarinivelen nivelrikon hoito (8). Aiemmin metallisen tekonivelen asemasta käytettyjen silikoni-implanttien käytöstä on suurimmalta osin luovuttu, koska niiden ei ole havaittu biomekaanisissa tutkimuksissa parantavan kyynärnivelen tukevuutta ja huomattava osa implanteista on vaurioitunut seurannan aikana aiheuttaen esimerkiksi synoviitteja (37, 38, 39).

Metallisella tekonivelellä hoidettujen potilaiden kliinisissä seurantatutkimuksissa on saatu lupaavia tuloksia, mutta potilasaineistot ovat olleet pieniä ja tekonivelmallit vaihtelevia (1). Huolimatta lupaavista tuloksista, kasvavista seuranta-aineistoista ja tekonivelmallien kehityksestä, tekonivelhoito ei ole kansainvälisissä suositusartikkeleissa saavuttanut kultastandardin asemaa hoidettaessa vaikeastikaan pirstaleisia varttinäluun pään murtumia (1, 40, 41). Tähän vaikuttaa osaltaan, että myös varsin epätydyttäviä seurantatuloksia on paikoin raportoitu, ja tekoniveliä on jouduttu poistamaan kyynärnivelen toiminnan parantamiseksi (3).

Yleisimpiä tekonivelen poistoon johtaneita komplikaatioita ovat olleet vaikea kyynärpään alueen kipu ja vaikea kyynärnivelen jäykkyys, selvästi harvemmin kyynärnivelen epävakaas tai tekonivelinfektio. Suurella osalla potilaista on myös raportoitu radiologista tekonivelen varren löystymistä tai asennetun tekonivelen liiallista pituutta (3) johtaen radiokapitellaarinivelen ahtauteen (overstuffing), joka voi johtaa varhaiseen kyynärnivelen nivelrikkoon (15). Toisaalta radiologisten muutosten ja tekonivelen irtoamisen merkitys kliiniseen lopputulokseen on ainakin osittain epäselvä (3). Myös esimerkiksi monopolaaristen tekonivelten löystymistä, siihen liittyvää vääntäjäluun vaikeaa osteolyyysiä ja tämän seurauksena tekonivelen poistotarvetta on raportoitu yksittäisissä seurantatutkimuksissa paikoin jopa yli viidesosalla potilaista (22). HUS-alueella metallisella tekonivelellä hoidetuista vääntäjäluun pään murtumapotilaista ei ole aiemmin ollut saatavilla koottua seurantatietoa, ja ylipäänsä suomalaisen tutkimusryhmän julkaisemana on saatavilla ainoastaan yksi monopolaarisilla tekonivelillä tehty kliininen seurantatutkimus aiheesta (22).

Tekonivelhoidon tuloksia ei ole juurikaan vertailtu vääntäjäluun pään poistolla saavutettuihin hoitotuloksiin. Retrospektiivisessä erittäin pitkän seuranta-ajan vertailututkimuksessa tekonivelhoidolla ei saavutettu Mason-Johnston IV- luokan murtumaluksaatiovammoissa selvää etua verrattuna vääntäjäluun pään poistolla hoidettuun ryhmään toiminnallisten ja elämänlaadullisten tulosmuuttujien suhteen, ja tutkijat ehdottivat tekonivelhoidon olevan mahdollisesti tarpeetonta (42). Sekundaarista osteoartriittia esiintyi vääntäjäluun pään poistolla hoidetussa ryhmässä enemmän, mutta se ei vaikuttanut selvästi huonontavan toiminnallista tai elämänlaadullista hoitotulosta. Osteoartriittia esiintyi toisaalta kohtalaisen yleisesti myös tekonivelryhmässä. On mahdollista, että tekonivelellä saavutetaan etua enemmänkin lyhyen ja keskipitkän aikavälin seurantatuloksissa, tekonivelen tarjotessa mekaanista tukea kyynärnivelessä mahdollistaen esimerkiksi nivelsiderakenteiden ja muiden pehmytkudosrakenteiden nopeamman paranemisen, ja näin toisaalta turvaten varhaisen mobilisaation, jolla vältetään osaltaan kehittyviä jäykkyysongelmia (88, 101). Hoitotulosten on ajateltu mahdollisesti voivan tasoittua erittäin pitkän ajan seurannassa (42). Myöskään yhdessä lyhyen aikavälin retrospektiivisessä seurantatutkimuksessa tekonivelellä ja vääntäjäluun pään poistolla hoidettujen ryhmien välille ei saatu tilastollisesti merkitseviä eroja hoidettaessa muulla tavalla primaaristi hoidettujen murtumien jäykäksi jääneitä jälkitiloja, joissa nivelsiderakenteet olivat oletettavasti useilla potilailla jo ehtineet parantua ja tukevoitua primaarivamman jäljiltä.

Tämä tulos voisi teoriassa osaltaan tukea ajatusta alkuvaiheen nivelsidevammojen paranemisen merkityksestä enemmänkin akuutin murtuman lyhyehkön aikavälin hoitotuloksille (82).

## **1.6. Tekonivelmallit ja niiden jaottelu**

Tekonivelmalleja jaotellaan materiaalin lisäksi esimerkiksi varren kiinnitystavan, varren pituuden ja liikkuvuuden perusteella. Tekonivelen varsimallit vaihtelevat pitkävartisista lyhytvartisiin, ja toisaalta luuhun tiukasti kiinnittyvistä (osteointegrative) malleista kiinnitykseltään löyhempiin, tarkoituksella luuydintonteloon nähden hieman pienisäteisiin (loose fit) malleihin, jotka mahdollistavat pienen liikkeen tekonivelen varren ja väärtinäluun ydinontelon välillä. Varsi voidaan kiinnittää väärtinäluuhun kairattuun onteloon sementillä (cemented) tai ilman sementtiä (press fit) yksinkertaisesti painamalla sopivan kokoinen napakasti istuva tekonivelen varsi kairattuun luuonteloon (41, 43). Metallisten tekonivelten materiaalina on yleensä koboltti-kromi tai titaani. Selkeää tutkimusnäyttöä minkään tekonivelmallin paremmuudesta tai toisaalta huonommuudesta muihin tekonivelmalleihin verrattuna ei ole olemassa (43). Sementoitu tekonivel on vaikea poistaa tarpeen vaatiessa, mutta toisaalta tällainen kiinnitys on myös vakaa. Löyhäkiinnitteisten mallien on ajateltu voivan mukailla paremmin kyynärnivelen liikkeitä säilyttäen radiokapilellaarinivelen kongruenssin paremmin, mutta niihin on liittynyt seurannassa yleisesti esimerkiksi radiologisia harventuma-alueita tekonivelen varren ympärillä. Press fit- malleihin on myös liittynyt tekonivelen varren ympärillä tapahtuvaa osteolyysiä (101). Nämä erilaiset radiologiset muutokset eivät ilmeisesti kuitenkaan yleensä etene tekonivelen poistoa vaativaan tilanteeseen asti (101), mutta myös radiologisiin muutoksiin liitettyjä epävakaita, tekonivelen poistoon johtaneita tilanteita on raportoitu useilla potilailla osassa aineistoista (22).

Käytettyjä päätyyppejä väärtinäluun pään tekonivelissä ovat mono- ja myöhemmin käyttöön tulleet bipolaaritekoniivet. Monopolaaritekonivel on yksinkertainen metallinen puolitekoniivel, joka koostuu varsiosasta ja siitä suoraan yhtenäisenä jatkuvasta liikkumattomasta väärtinäluun pään radiokapitellaarinivelessä korvaavasta nuppiosasta. Monopolaaritekonivelen varsi voidaan kiinnittää sementillä tai usein myös ilman sementtiä väärtinäluun kairattuun ydinonteloon. Monopolaarisista tekonivelistä on olemassa myös muokattavia (modular monopolar) malleja, joissa esimerkiksi nuppi- tai varsiosaa voidaan vaihtaa, mutta jotka eivät mahdollista liikettä

varsi- ja nuppiosan välillä bipolaaritekoniivelten tavoin (41). Monopolaarisista tekoniivelmalleista on seurantatietoa jo vuodesta 1981 alkaen (54). Näiden tekoniivelten on ajateltu toisaalta vastaavan huonosti varttinäluun pään monimutkaista anatomiaa (3, 34).

Myöhemmin käyttöön tulleissa bipolaaritekoniivelissä varsiosaan niveltyy rajoitetusti liikkuva nuppiosa, joka mukailee hallitusti kyynärnivelen liikkeitä pyrkien pitämään radiokapitellaarinivelen kongruenttina vääntöliikkeissä. Bipolaaristen tekoniivelten on ajateltu parantavan tekoniivelen anatomista istuvuutta, lisäävän radiokapitaalisen nivelen kontaktipinta-alaa kyynärnivelen liikkeiden aikana ja vähentävän nivelpintaan kohdistuvia olkaluun nivelnastaa kuluttavia kontaktivoimia verrattuna monopolaariseen tekoniiveen (4, 24, 44). Lisäksi on ajateltu, että bipolaaritekoniivet kompensoisivat mahdollisia asennukseen liittyviä teknisiä virheitä monopolaaritekoniiveliä paremmin (41). Etenkin toisella hoitomuodolla primaaristi hoidettujen, epävakaaiksi jääneiden murtumien jälkitilojen korjauksissa niiden on ajateltu olevan suositeltava valinta tekoniivelmalliksi (101).

Biomekaanisesti tekoniivelyyppien keskinäinen paremmuus on kuitenkin kiistanalaista, ja tekoniivelyyppien biomekaniikkaa vertaileiden tutkimusten tulokset ovat olleet keskenään ristiriitaisia (24). Useita ongelmia on raportoitu bipolaaritekoniiveliä käytön yhteydessä, esimerkiksi tekoniivelen pään irtoamisia, radiokapitellaarinivelen subluksaatiotaipumusta liikkeen aikana ja polyeteenin laukaisemaa osteolyysiä (21, 44, 45). Lisäksi bipolaarisia tekoniivelmalleja käytettäessä on raportoitu esimerkiksi merkittävästi suurempaa ulnohumeraalista periksidantia terrible-triad- vammoissa (4, 46). Bipolaarisen tekoniivelmallin on myös esitetty tarjoavan huonomman tukevuuden etenkin valgus- mutta myös varus-suuntaisessa vääntöliikkeessä kyynärnivleessä, jossa ei ole ehjiä nivelsiderakenteita. Etenkin lateraalisen sivusiteen ehjyyden on ajateltu olevan tärkeämpi tekijä käytettäessä bipolaarista tekoniiveltä kuin monopolaarista tekoniiveltä (47, 48). Myös nivelsiderakenteiden ollessa ehjiä on monopolaaritekoniiveillä useissa biomekaanisissa tutkimuksissa saavutettu parempi kyynärnivelen tukevuus, ja monopolaaritekoniivelen on havaittu vastaavan paremmin normaalin varttinäluun pään ominaisuuksia radiokapitellaarinivelen subluksaation vastustamisessa (47, 49). Toisaalta ainakin yhdessä biomekaanisessa tutkimuksessa bipolaarisen tekoniivelen tarjoama tukevuus valgus-suuntaisessa rasituksessa todettiin yhtä hyväksi kuin monopolaaritekoniiveillä kyynärnivleessä, jossa mediaalikollateraalliligamentti oli tuhoutunut (4). Myöskään terrible triad-

vammoissa, joissa vaurioituneet sivusiteet oli operatiivisesti korjattu, mono- ja bipolaaritekonivelten tarjoamassa tukevuudessa ei yhdessä tutkimuksessa havaittu biomekaanisesti merkittävää eroa, vaan tärkeimmäksi tukevuuteen vaikuttavaksi tekijäksi todettiin kyynärluun varisliäkkeen murtuman kiinnitys (24). Yhdessä tutkimuksessa bipolaaritekonivelillä havaittiin jopa vähäisempää radiokapitellaarinivelen subluksaatiotaipumusta verrattuna monopolaaritekoniveleihin (3). Hiljattain julkaistussa kliinisessä seurantatutkimuksessa monopolaarisella tekonivelellä havaittiin bipolaaritekoniveleihin verrattuna merkitsevästi harvemmin esimerkiksi tekonivelen kivuliasta löystymistä (7). Käytetty tekonivelmateriaali oli kuitenkin myös muilta ominaisuuksiltaan erilainen (monopolaarisissa pitkävartinen hiilimateriaalista valmistettu tekonivel, bipolaarisissa lyhytvartinen metallitekonivel). Kaiken kaikkiaan tekonivelmallien keskinäinen paremmuus on hyvin kiistanalaista, eikä selkeää hoitosuositusta tekonivelmallin valinnasta mono- ja bipolaarisen tekonivelen, kuten ei myöskään erilaisten varsimallien ja varren kiinnitystapojen välillä ole saatavilla (7, 102).

Joitakin tutkimuksia on tehty myös grafiittia materiaaliltaan muistuttavilla hiiliaineesta (pyrocarbon) valmistetuilla tekonivelillä, joiden on biomekaanisissa tutkimuksissa havaittu turvaavan hyvin kyynärnivelen toiminnan. Kyseistä materiaalia on yleisesti käytetty jo vuosikymmeniä esimerkiksi sydämen tekoläpissä. Tämänäkötyyppisen materiaalin on havaittu olevan monilta ominaisuuksiltaan varsin lähellä luun luonnollisia ominaisuuksia ja sen on havaittu lisäksi olevan erittäin kestävä kulumista vastaan (50). Tehdyistä kliinisistä seurantatutkimuksista saadut tulokset ovat pitkälti mukailleet metallisilla tekonivelmalleilla saatuja tuloksia (50, 51, 52, 53). Hiljattain julkaistussa retrospektiivisessä vertailututkimuksessa tulokset olivat hiilitekonivelillä jopa merkitsevästi metallitekoniveleitä parempia, joskin vertailuryhmissä käytetty tekonivelmalli oli myös esimerkiksi polaarisuudeltaan ja varren pituudeltaan erilainen (7).

## **2. Tutkimuksessa käytetty tekonivelmalli ja asennustekniikka**

### **2.1. Tekonivelmalli**

Tutkimuksessa käytetty tekonivelmalli rHead Recon (Small Bone Innovations) on bipolaarinen metallitekonivel, jota käytettiin Töölön sairaalassa vuosina 2009-2015. Tekonivel koostuu varsiosasta ja vaihdettavasta, liikkuvasta nuppiosasta, joka on poikkileikkaukseltaan ympyrän muotoinen, ja joita on valittavissa potilaan anatomiaan sopivaksi useita eri kokoja.

Liikelaajuuden on ilmoitettu olevan 12 astetta. Tekonivelen varren materiaalina on titaani ja nupin materiaalina on kobaltti-kromi (101). rHead Recon- tekonivel on varsimalliltaan lyhytvartinen (varren pituus 22 mm). Varren pää ulottuu yleensä juuri varttinäluun kyhmyn proksimaaliosan rajalle. Varsi on sileähköä materiaalia (smooth stem) ja painetaan tiukasti paikalleen luuonteloon ilman sementtiä (press fit). Tekonivelen paino määräytyy valitun nuppiosan koon mukaan (7, 101).

### **2.2. Asennustekniikka**

Tekonivel asennetaan yleensä verityhjiötä käyttäen leikkauksessa. Potilas voidaan leikata useissa erilaisissa asennoissa, riippuen esimerkiksi muista korjausta mahdollisesti vaativista alueen vammoista. Selinmakuuasentoa pidetään usein suositeltavana, ja selinmakuulla leikataan tavallisesti murtumat, joissa ei odoteta tarvittavan mediaalipuolen toimenpiteitä (15). Leikattava raaja voidaan tukea raajapöydän avulla tai tukea rintakehän päälle sopivaan asentoon valitun avauskohdan mukaan (15). Kylkiasento on toinen usein käytetty leikkausasento, jolloin voidaan tehdä laaja posteriorinen avaus. Ihon avaus voidaan suorittaa useasta eri kohdasta, useimmiten posteriorisesti tai lateraalisesti, joskus jopa kahdesta kohdasta samanaikaisesti (101).

Posteriorisen ihoavauksen eduiksi katsotaan vähäisempi ihohermojen vaurioitumisriski, parempi pääsy mediaalipuolen rakenteisiin ja usein parempi kosmeettinen lopputulos (15), mutta avaus vaatii laajat iho-subkutislappien nostot. Leikkausreittejä syvempien kudosten läpi on myös useita erilaisia. Niin sanottua Kocherin (posterolateraalista) reittiä käytetään usein, jos arvioidaan lateraalisen sivusiteen olevan vaurioitunut ja vaativan korjausta. Reittiä sormien yhteisen

ojentajalihaksen jänneistön läpi (“transtendon”-reitti) käytetään useimmiten, kun lateraalisen sivusiteen arvioidaan olevan ehjä, jotta vältetään sen mahdollinen iatrogeeninen vaurioituminen leikkauksessa. Tätä reittiä pitkin päästään myös paremmin käsittelemään useimmiten murtuneena olevaa värttinäluun pään anterioriosaa. Anteriorisempia reittejä kuten niin sanottua Kaplanin reittiä ei nykyisin yleensä suositella lisääntyneen hermovaurioriskin vuoksi (101). Leikkauksessa värttinäluun pää poistetaan, ja värttinäluun ydinonteloon tehdään tilaa tekonivelen varsiosalle esimerkiksi käsikairalla. Koesovitusten ja tekonivelen lopullisen värttinäluun onteloon asemoinnin jälkeen radiokapitellaarinivel ja kyynärnivel reponoidaan, ja kyynärnivelen tukevuus ojennus-koukistusliikkeessä testataan. Tekonivelen tulisi niveltä olkaluun nivelnastaan proksimaalisen radioulnaarisen nivelen tasolla noin 2 mm kyynärluun varislisäkkeen ulokkeen distaalipuolella (15).

Lateraalinen sivuside korjataan, jos se on merkittävästi vaurioitunut, mikä yhdessä tekonivelen kanssa riittää yleensä turvaamaan kyynärnivelen tukevuuden. Etenkin jos kyynärnivel on tästä huolimatta epävakaa, on mediaalisen sivusiteen korjaus seuraava vaihe kyynärnivelen tukevoittamiseksi. Myös kyynärnivelen nivelkapselia ja muita pehmytkudosrakenteita korjataan tarvittaessa (15). Joskus harvoin tarvitaan ulkoinen tukikehikko (saranallinen eksternifiksaattori) pitämään kyynärnivel paikoillaan.

Leikkauksen jälkeistä immobilisaatiota pyritään välttämään. Alkuvaiheessa raaja tuetaan kantositeeseen. Täysimmobilisaatio altistaa nivelen jäykistymiselle ja siksi sitä pyritään välttämään, kun tiedetään kyynärnivelen tukevuuden olevan todennäköisesti turvattu tekonivelellä ja mahdollisilla muilla korjaustoimenpiteillä. Isoloidussa värttinäluun pään tekonivelellä hoidetussa murtumassa kantosidettä pidetään jatkuvasti usein esimerkiksi viikon ajan, ja sen jälkeen kantosidettä pidetään esimerkiksi 1-2 viikon ajan ohjattujen ja omatoimisten fysioterapiaharjoitteiden välillä, jotka aloitetaan viimeistään toisella viikolla leikkauksen jälkeen (15). Staattista, viikoittain progressiivisesti ekstensiota lisäämään pyrkivää ekstensiolastaa voidaan harvoissa tapauksissa alkaa käyttää esimerkiksi kuudennen leikkausta seuraavan viikon jälkeen, jos ekstensioliikelaajuuden palautuminen on hidasta. Monimutkaisemmissa vammoissa immobilisaatioaikaan ja -tapaan vaikuttavat muiden vammojen korjaukset, mutta myös näissä mahdollisimman varhainen mobilisaatio on suositeltavaa (15).

### 3. Kirjallisuuskatsaus

Perustietoa tutkimusaiheesta haettiin alan oppikirjoista ja aiheeseen liittyvistä katsausartikkeleista ennen varsinaisen tutkimuksen aloittamista. Tutkimuksen aineiston keräämistä edeltävästi suoritettiin lisäksi kirjallisuuskatsaus huhti-heinäkuussa 2015 Helsingin yliopiston Helka-kirjastojärjestelmän artikkelihakua hyväksikäyttäen. Tavoitteena oli kartoittaa aiemmin kliinisistä seurantatutkimuksista saatua tietoa väärtinäluun pään tekonivelhoitojen tuloksista, käytetyistä tulostuuttujista ja tutkimusasetelmista. Mukaan otettiin ne heinäkuuhun 2015 mennessä julkaistut englanninkieliset artikkelit, joissa tutkittiin metallisella mono- tai bipolaaritektonivelellä hoidettujen väärtinäluun pään murtumapotilaiden kliinisiä seurantatuloksia ja jotka oli julkaistu alan lehdessä. Väärtinäluun pään hoidosta metallisella mono- tai bipolaarisella tektonivelellä löytyi kaikkiaan 43 julkaistua kliinistä seurantatutkimusartikkelia vuosilta 1981-2015 (3, 20-23, 25-27, 36, 54-87). Lisäksi löytyi 5 tutkimusartikkelia, joista vain abstrakti oli saatavilla englanniksi ja itse artikkeli oli muulla kielellä, ja nämä jätettiin kirjallisuuskatsauksen ulkopuolelle. Pois katsauksesta jätettiin myös kaksi artikkelia, joihin Helsingin yliopiston Helka-tietoverkosta ei ollut maksutonta pääsyä. Lisäksi haulla löytyi neljä hiilimateriaalisilla tektonivelillä tehtyä tutkimusta, jotka luettiin taustamateriaaleina ja tulokset kirjattiin ylös, mutta myös nämä jätettiin ulos varsinaisesta kirjallisuuskatsauksesta ja käsiteltiin omana ryhmänä.

Seurantatutkimuksissa mukana olleiden murtumien määrä vaihteli välillä 6-74 (keskiarvo 22.8 potilasta). Potilaiden keskimääräinen seuranta-aika ilmoitettiin yhtä lukuunottamatta kaikissa tutkimuksissa ja se vaihteli välillä 1.1-12.1 vuotta (keskimäärin 3.6 vuotta). Tutkimuksissa oli mukana yhteensä 981 metallisella tektonivelellä hoidettua murtumaa. Monopolaaritektonivelellä tehtyjä tutkimuksia oli yhteensä 22, bipolaaritektonivelellä 14 ja viidessä tutkimuksessa oli mukana molempia tektonivelmalleja. Kahdessa tutkimuksessa ei selkeästi ilmoitettu käytettyä tektonivelmallia. Akuutissa vaiheessa murtuman hoidoksi asennettuja tektoniveleitä oli 741 ja murtumien jälkitilojen tai muun syyn kuten vammanjälkeisen nivelrikon vuoksi asennettuja tektoniveleitä 144. Yhteensä 96 tektonivelellä hoidetun murtuman osalta tieto hoidon ajoituksesta tai indikaatiosta jäi epäselväksi.

Tutkimuksista 41 tutkimusta oli asetelmaltaan retrospektiivisiä tutkimuksia ja kolmen tutkimuksen asetelmaksi ilmoitettiin satunnaistettu kaksoissokkotutkimus (66, 72, 84). Näissä



kaksoissokkotutkimuksissa tekonivelhoidon tulosta verrattiin murtumakappaleiden kiinnityksellä hoidettujen potilaiden tuloksiin. Myös kuudessa retrospektiivisessä kohorttitutkimuksessa vertailtiin tekonivelellä ja kiinnityksellä hoidettujen murtumien tuloksia (48, 77, 81, 83, 84, 86). Useimmissa näistä tutkimuksista saatiin tilastollisesti merkitsevästi parempia tuloksia ensisijaisen tulosmuuttujan suhteen tekonivelellä hoidetussa ryhmässä. Tulokset olivat kuitenkin varsin vaihtelevia. Kahdessa tutkimuksessa ryhmien välille ei saatu tilastollisesti merkitsevää eroa ensisijaisen tulosmuuttujan suhteen. Esimerkiksi kiinalaisen tutkimusryhmän 2015 (83) julkaisemassa vertailevassa kohorttitutkimuksessa saavutettiin kaikkien tulosmuuttujien osalta tilastollisesti merkitsevästi parempi tulos tekonivelhoidolla. Toisaalta esimerkiksi Leighin et al 2012 julkaisemassa tutkimuksessa (48) merkitsevä tilastollinen ero saatiin vain niukasti ensisijaisena tulosmuuttujana toimineen DASH-pistemäärän osalta ja muiden tulosmuuttujien osalta (ROM, yleinen tyytyväisyys, ASES-pistemäärä) tilastollisesti merkitsevää eroa ei saavutettu. Aiheesta on julkaistu ensimmäiset kaksi satunnaistettua kaksoissokkotutkimusta koostanut meta-analyysi (87). Tässä todettiin murtumakappaleiden kiinnitykseen liittyneen suurempi komplikaatioriski, matalampi yleinen tyytyväisyystaso ja alhaisempi Broberg&Morrey- toimintakykymittarin pistemäärä kuin tekonivelhoitoon. Meta-analyysin voima jäi kuitenkin riittämättömäksi johtuen tutkimusten pienistä potilasmääristä. Meta-analyysi toi myös esille vakavia puutteita edellämainittujen tutkimusten menetelmissä, ja mahdollisten virhelähteiden sekä tutkimuksiin liittyvien harhojen oleellinen mahdollisuus todettiin. Esimerkiksi satunnaistamismenetelmää ei ollut selkeästi kuvattu kummassakaan tutkimuksessa. Vuonna 2016 julkaistiin kahdeksan vertailututkimusta koostanut meta-analyysi. Näissä tutkimuksissa tarkastellut murtumatyyppit olivat tosin vaihtelevia (88). Kokonaisanalyysissä Broberg&Morrey-pistemäärä ja MEPS-toimintakykymittarin pistemäärä olivat tilastollisesti merkitsevästi parempia tekonivelellä hoidetuilla potilailla. Sanallisesti arvioiden vähintään tyydyttävän hoitotuloksen Broberg&Morrey- pisteytyksellä saavuttaneiden osuus oli niin ikään suurempi tekonivelryhmässä, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Uusintaoperaatioita tehtiin tekonivelryhmässä vähemmän, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Tutkijoiden näkemyksen mukaan tulokseen on todennäköisesti osaltaan vaikuttanut se, että pirstaleisten murtumien kiinnitys on ollut erittäin haastavaa, jolloin kyynärnivelen voi osalla potilaista jäädä leikkauksen jälkeenkin epävakaita luukappaleita. Tutkijat ehdottivat, että tekonivelhoito saattaa turvata etenkin hoidon alussa paremman kyynärnivelen vakauden ja mahdollistavan näin

varhaisen kuntoutuksen ilman suurta vaaraa kiinnityksen pettämisestä. Kirjallisuuskatsauksen kokoamisen jälkeen on julkaistu lisäksi ainakin yksi retrospektiivinen kohorttitutkimus (89), jossa vertailtiin Mason-Johnston III ja IV- murtumien hoitotuloksia tekonivelellä ja murtumakappaleiden kiinnityksellä. Tässä tutkimuksessa ei saatu tilastollisesti merkitseviä eroja hoitomuotojen välille. Nuorista potilaista koostuneessa alaryhmässä tulokset olivat jopa parempia murtumakappaleiden kiinnityksellä hoidetuilla potilailla, joskaan ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Kirjoittajat päätyivät suosittelemaan murtumakappaleiden kiinnitystä ensisijaiseksi hoitomuodoksi, mikäli kiinnitys on teknisesti mahdollista. Yleisesti näyttäisi kuitenkin julkaistujen vertailututkimusten perusteella siltä, että vaikeissa pirstalemurtumissa ja murtumaluksaatiovammoissa tekonivelhoidon tulokset ovat olleet murtumakappaleiden kiinnityshoitoa hieman parempia, vastaten biomekaanisten tutkimusten ja myös asiantuntijoiden kliinisen kokemuksen perusteella asetettuja odotuksia. Huomionarvoista on myös se, että osassa näissä vertailututkimuksissa on jätetty ulos vaikeasti pirstaleisista murtumista kärsineet potilaat, oletettavasti koska niiden avoin kiinnitys olisi ollut teknisesti hyvin vaikeaa. Tämä saattaa olla jättänyt tekonivelhoidolle erityisen otollisia potilaita pois vertailusta, mikä voi vääristää tuloksia. Toisaalta, jos murtumakappaleiden kiinnitys ei ole teknisesti mahdollista, on väärtinäluun pään poisto käytännössä ainoa realistinen hoitomuoto tekonivelen lisäksi.

Kahdessa tutkimuksessa vertailtiin mono- ja bipolaaristen tekonivelten hoitotuloksia keskenään samassa keskuksessa tai -keskuksissa. Näissä tutkimuksissa ryhmien välille ei saavutettu tilastollisesti merkitsevää eroa ensisijaisen tulosmuuttujan suhteen (74, 78). Taulukkoon 1 koottujen, kirjallisuuskatsaukseen mukaan otettujen tutkimusten perusteella keskimääräiset MEPS-pistemäärät olivat hieman parempia bipolaaritekonivelillä verrattuna monopolaarisiin (88.3 vs 84.5). Toisaalta Broberg&Morrey-pistemäärät olivat bipolaariryhmässä keskimäärin hieman huonompia (85.0 vs 85.4).

Yu et al. vertailivat 2015 kohorttitutkimuksessaan tekonivelen käyttöä jäykäksi jääneiden väärtinäluun pään murtumien myöhäiskorjauksissa verrattuna väärtinäluun pään poistoon lyhyen aikavälin seurannassa Mason-Johnston III- luokan murtumissa (82). Ryhmien välille ei saatu tilastollisesti merkitsevää eroa yhdenkään tulosmuuttujan osalta. Kirjoittajat ehdottivat, että typistyshoidon tulisi olla ensisijainen hoitomuoto tällaisissa murtumien jälkitalojen korjauksissa vähäisemmän teknisen vaativuutensa vuoksi.

Seurantakäynneillä otetuissa röntgenkuvissa ilmenneiden muutosten kliininen merkitys on ollut epäselvä. Useissa tutkimuksissa on todettu suurella osalla potilaista kirkastumalinjoja ja luun eriasteista resorbtiota tekonivelen ympärillä. Röntgenkuvien löydöksen yhteys kyynärnivelen toimintaan on kuitenkin huonosti osoitettu. Kaksi tutkimusta tutki radiologisten muuttujien vaikutusta kipuun. Toinen tutkimus ei löytänyt tilastollisesti merkitsevää eroa kivun ja radiologisten kirkastumalinjojen välillä (67). Toisessa tutkimuksessa, jossa tutkittiin vaikean tekonivelleikkauksen jälkeisen proksimaalisen kyynärvarren radiaalipuolen kivun helpottumista uudella leikkauksella, todettiin kaikilla 14 potilaalla joko radiologista tai leikkauksessa todettua proteesin varren löystymistä tekonivelen varren kiinnityspaikassa. Tutkijat esittivät, että tämänkaltaisen kyynärvarren radiaalisen anterioripuolen kipu on vahva viite oireisesta tekonivelen varren löystymisestä radiologisesta löydöksestä riippumatta (75). Selkeää suositusta radiologisten muutosten merkityksestä hoidon suuntaamisessa ei ole saatavilla.

Tutkimusten ensisijainen tulosmuuttuja vaihteli paljon. Myös toissijaisissa tulosmuuttujissa oli paljon vaihtelua. Yleisin mukana ollut tulosmuuttuja oli Mayo Elbow Performance Score (MEPS), joka oli ensi- tai toissijaisena tulosmuuttujana mukana yhteensä 26 tutkimuksessa (60% tutkimuksista.) Kaksi tutkimusta ilmoitti MEPS-tulokset vain sanallisten arvioiden osalta, eikä esimerkiksi keskimääräistä pistemäärää ilmoitettu. Potilaiden keskimääräinen MEPS-pistemäärä oli kaikki tutkimukset mukaan lukien 86.0. Tämä vastaa MEPS-tulkintaosuuden sanallisen arvion mukaan hyvää hoitotulosta (92). Monopolarisella tekonivelellä hoidetuilla potilailla keskimääräinen pistemäärä oli 84.5 ja bipolaarisilla 88.3. MEPS-pisteytystä läheisesti muistuttava, mutta yhtenä osa-alueena myös puristusvoiman huomioon ottava Broberg&Morrey-pisteytys (BMS) oli tulosmuuttujana 9 tutkimuksessa. Suurin osa tutkimuksista sisälsi myös aktiivisten ja passiivisten liikelaajuuksien mittaamisen yhtenä tulosmuuttujana. Muita yleisesti käytettyjä tulosmuuttujia olivat esimerkiksi toimintakykymittarit DASH ja sen lyhyempi versio QuickDASH, elämänlaatumittari ASES-E, kyynärpään kivun voimakkuus VAS-asteikolla arvioituna, vaihtelevat radiologiset muuttujat ja muut vaihtelevat elämänlaadulliset mittarit.

Tutkimusten potilasmateriaali oli varsin heterogeenistä muutenkin kuin käytettyjen tekonivelmallien osalta. Esimerkiksi tutkimuksiin mukaan otettujen potilaiden Mason-Johnston-luokituksissa oli huomattavia eroja. Osassa tutkimuksista tutkittiin tekonivelhoidon tuloksia vain Mason-Johnston IV- murtumaluksaatiovammoissa ja osassa tutkimuksista keskityttiin

yksinomaan esimerkiksi terrible triad-, Monteggia- tai Essex- Lopresti- vammojen hoitoon tekonivelellä. Neljä tutkimusta keskittyi ainoastaan murtumien jälkitilojen hoitoon tai myöhäiskorjauksiin tekonivelellä. Tulosmuuttujien runsaan vaihtelun lisäksi tämä potilasaineistojen heterogeenisyys vaikeuttaa osaltaan tutkimusten tulosten keskinäistä vertailua.

**Taulukko 1. Kirjallisuuskatsauksessa mukana olleet tutkimukset (yhteenveto) ja hiiliproteesitutkimukset (yhteenveto)**

Kirjoittaja	Vuosi	Bi/mono	Akuutti vamma	Jälkitila	Yhteensä	Seuranta-aika vuosissa (KA)	MEPS pts (5-100)	Broberg &Morre y pts (5-100)
Harrington	1981	Mono	15	0	15	6,9	-	-
Knight	1993	Mono	31	0	31	4,5	-	-
Judet	1996	Bipol	7	7	14	4	-	-
Smets	2000	Bipol	13	2	17	2	85	-
Popovic	2000	Bipol	11	0	11	2,5	-	82
Harrington	2001	Mono	?	?	20	12,1	-	88
Moro	2001	Mono	25	0	25	3,3	80	-
Ashwood	2004	Mono	10	6	16	2,8	87	-
Brinkman	2005	Bipol	0	11	11	2	-	-
Chapman	2006	Mono	8	8	16	2,8	87	-
Dotzis	2006	Bipol	12	0	12	5	-	-
Grewal	2006	Modul mono	26	0	26	2	80,5	-
Wretenberg	2006	Mono	18	0	18	3,7	-	-
Doornberg	2007	Modul mono	27	0	27	3,5	85	-
Popovic	2007	Bipol	51	0	51	8,4	83	-
Lim	2008	Mono	6	0	6	2,4	-	78
Shore	2008	Mono 22 /modul mono 10	0	32	32	8	83	-
Ruan	2009	Bipol	14	0	14	1,3	-	-
Fehringer	2009	Bipol	16	0	16	2,8	-	-
Chien	2010	Modul mono	10	3	13	3	87	-
Celli	2010	Bipol	16	0	16	3,5	89.4	-
Heijink	2010	Mono	0	7	7	5,7	71	-
		Bipol	0	1	1		-	-
Van Riet	2010	Bipol	?	?	8	Ei ilmoitettu	-	-

		Mono	?	?	39		-	-
Burkhart	2010	Bipol	9	7	17	8,8	90,8	-
Chen	2011	Mono	22	0	22	2,8	-	92,1
Zunkiewicz	2012	Bipol	23	7	30	3	92,1	-
Rotini	2012	Mono	12	0	12	2	90	-
		Bipol	19	0	19		90	-
Flinkkilä	2012	Modul mono	42	0	42	4	86	-
O`Driscoll	2012	Mono	1	11	12	2,3	-	-
		Bipol	0	1	1		-	-
Leigh	2012	Mono	11	0	11	4,2	-	-
Chanlalit	2012	Modul mono	?	?	26	2,7	-	-
Berschback	2013	Mono	13	0	13	2,8	92	-
		Bipolar	14	0	14		92	-
El Sallakh	2013	Modul mono	12	0	12	3,5	92	-
Watters	2014	Modul mono	30	0	30	2	-	-
Katthagen	2013	Modul mono	16	15	31	2	87,2	81,1
Allavena	2014	Bipol	14	4	18	4	79	-
Duckworth	2014	Mono	74	0	74	1,1	-	80
Shnetzke	2014	Mono	27	3	30	3,0	74,7	-
Yu	2015	Bipol	0	19	19	1,8	94	88
Liu	2015	?	37	0	37	1,1	-	93,2
Yan	2015	Mono	20	0	20	3	85,8	-
Mou	2015	Bipol	12	0	12	5,0	-	-
Al-Burdeni	2015	?	17	0	17	1,3	-	-
<b>Yhteenveto (43 tutkimusta)</b>	1981-2015	22 mono 14 Bipol 5 Molempia 2 Ei ilmoitettu	741	144	<b>Yht: 981 potilasta</b> , Väli 6-74 <b>KA 22,8</b>	1.1-12.1v KA 3,6v	<b>KA:</b> Mono: 84,5 Bipolar: 88,3 <b>Kaikki: 86,0</b>	<b>KA:</b> Mono: 85,4 Bipolar: 85,0 <b>Kaikki: 85,3</b>
<b>Hiiliproteesit</b>								
Allieu	2006	Mono pyrocarb	18	12	30	1,5	95	88
Lamas	2010	Mono pyrocarb	47	0	47	4,0	-	-
Ricon	2012	Mono pyrocarb	27	0	27	2,6	92	-
Sarris	2012	Mono pyrocarb	30	2	32	2,3	-	-

<b>Yhteenveto (4 tutkimusta)</b>		4 Mono pyrocarb	122	14	136	2,6	<b>KA: 94</b>	<b>KA: 88</b>
--	--	--------------------	-----	----	-----	-----	---------------	---------------

#### 4. Tutkimusasetelma ja tutkimuksen tarkoitus

Tutkimusasetelmana oli retrospektiivinen tutkimus. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rHead Recon- tekonivelellä Töölön sairaalassa hoidettujen murtumapotilaiden lyhyen ja keskipitkän aikavälin toiminnallisia tuloksia. Tuloksista pyrittiin mahdollisuuksien mukaan saamaan vertailukelpoisia kansainvälisistä tutkimuksista saatuihin tuloksiin ottamalla mukaan yleisesti käytettyjä tulosmuuttujia. Töölön sairaalassa käytetyn metallisen rHead Recon- bipolaaritekonivelen osalta aiempaa tutkimustietoa ei ole juurikaan saatavilla. Kyseiseen tekonivelmalliin viitataan kirjallisuuskatsaukseen mukaan otetuissa tutkimuksissa ainoastaan yhdessä tutkimuksessa, jossa oli mukana neljä kyseisellä tekonivelellä hoidettua potilasta (3). Sittemmin ainakin yhdessä tutkimuksessa rHead Recon- tekoniveliä käytettiin bipolaaritekonivelinä vertailtaessa tuloksia hiilimateriaaliseen monopolaaritekoniveleen. Seurantatulokset olivat esimerkiksi tekonivelen kivuliaan löystymisen suhteen rHead Recon- tekonivelellä merkitsevästi monopolaariryhmää huonompia (7). Töölön sairaalassa kyseisellä tekonivelellä hoidettujen potilaiden määrä tarjoaa maailmanlaajuisestikin varsin suuren potilasaineiston.

## 5. Potilasvalinta

Esitiedot käytiin läpi HUS: ssa käytössä olleesta Miranda-potilastietojärjestelmästä kaikilta HUS Töölön sairaalassa vuosina 2009-2015 rHead Recon- tekonivelellä hoidetuilta väärtinäluun pään murtumapotilailta, joita oli seurantaviihkoon kerätty yhteensä 88. Näistä kutsukirje lähetettiin esitietojen perusteella 83 potilaalle. Potilaille lähetettiin kirjeitse kutsu tutkimukseen osallistumisesta ja tutkimuksen tiedotekirje, jossa kerrottiin potilaille vastaanottokäynnin sisältö ja oleelliset taustatiedot tutkimuksen tarkoituksesta ja tarpeellisuudesta. Poissulkukriteereitä olivat patologinen murtuma, tiedossa oleva kyynärniveltä affisioiva tulehduksellinen nivelsairaus ja vaikea kognitiivisen tason lasku mistä hyvänsä syystä. Luonnollisesti myös potilastietojärjestelmästä ilmennyt potilaan menehtyminen seuranta-aikana oli syy olla kutsumatta potilasta tutkimukseen. Vaikean kognitiivisen tason laskuna pidettiin kyvyttömyyttä täyttää suomenkieliset kyselylomakkeet ja antaa tietoinen kirjallinen suostumus tutkimukseen osallistumisesta. Myös potilaat, jotka eivät ymmärtäneet riittävästi suomea (eli vain muulla kielellä kommunikoiivat) täyttääkseen suomenkieliset kyselylomakkeet itsenäisesti suljettiin pois tutkimuksesta. Potilastietojärjestelmästä saatujen esitietojen mukaan kolme potilasta oli menehtynyt seuranta-aikana ja kaksi suljettiin pois esitiedoissa ilmenneen vaikean kehitysvamman vuoksi.

Vastaanottokäynnille ilmoittautui halukkaaksi ja saapui lopulta yhteensä 59 potilasta. Yksi vastaanottokäynnille osallistunut potilas suljettiin pois tutkimusaineistosta, koska potilas ei vastaanoton perusteella osannut riittävästi suomea kyetäkseen vastaamaan itsenäisesti kyselylomakkeisiin. Lopullinen tutkimukseen mukaan otettujen, seurantavastaanotolle osallistuneiden potilaiden lukumäärä oli 58. Lisäksi seitsemän potilasta ilmoitti halukkuutensa osallistua tutkimukseen ja täytti esitietojen perusteella sisäänottokriteerit, mutta eivät kyenneet esimerkiksi aikataulu- tai välimatkasyistä osallistumaan seurantakäynnille. Heille lähetettiin kotiin postitse OES-kyselykaavake, jonka he kaikki palauttivat postitse tutkijalääkärille. Koko tutkimusaineiston potilasmäärä oli siis 58+7 eli yhteensä 65 potilasta.

Potilailta kerättiin ennen vastaanottokäyntejä taustatietoina tulovaiheen natiiviröntgenkuvan ja käyntitekstien perusteella murtuman Mason-Johnston- luokitus (I-IV, luokituksen teki tutkijalääkäri röntgenkuvien perusteella), muut samanaikaisesti operatiivisesti hoidetut murtumat, joilla ajateltiin olevan mahdollisesti vaikutusta lopputulokseen (ranteen alueen

murtumat, muut kyynärnivelen alueen murtumat) ja vammatyypit (yksinkertainen vääntäluun pään murtuma, terrible triad- vamma, Essex-Lopresti- vamma ja Monteggia-murtuma). Myös avomurtumat ja vamman yhteydessä syntyneet hermo- ja verisuonivammat kirjattiin ylös. Lisäksi taustatietona potilaista kartoitettiin HUS:n Miranda-potilastietojärjestelmän puitteissa mahdollinen muuna ajankohtana tapahtunut saman yläraajan vamma, josta oli ollut jonkinlaisia jäännösoireita. Myös tekonivelen asentamisen yhteydessä tehdyt liitännäistoimenpiteet, kuten kyynärnivelen sivusiteiden korjaukset ja proksimaaliseen kyynärluuhun kohdistuneet toimenpiteet kirjattiin ylös. Potilastietojärjestelmän tekstien perusteella kartoitettiin mahdolliset merkittävät seurannassa ilmenneet komplikaatiot, kuten leikkaukseen todennäköisesti liittyneet kyynärpään seudun hermovammat ja infektiot. Esimerkiksi lieviä, selvästi pinnallisia ja lyhyellä suun kautta otetulla antibioottilääkityksellä hoituneita pinnallisia haavainfektioita ei luokiteltu komplikaatioksi tässä yhteydessä, vaan infektioksi määriteltiin leikkausalueen bakteeriperäinen artriitti, osteomyeliitti ja/tai tekonivelen infektoituminen. Vamman tuoreus luokiteltiin kolmeen luokkaan sen mukaan, oliko murtuman synnystä murtuman primaarikorjauksen päivänä yli vai alle kaksi viikkoa, vai oliko kyseessä muulla tavalla hoidetun vanhan murtuman toimintarajoitteisen tai kivuliaan jälkitilan myöhäiskorjaus tekonivelellä

## 6. Tulostulokset

Päätulostulokseksi oli kyynärnivelen toimintakyvyn ja toimintavajauksen vaikutuksen potilaan arkielämään mittaaminen suomennetulla Oxford Elbow Scorella (OES). OES on potilaan subjektiivisiin tuntemuksiin perustuva kyynärnivelen toimintakyvyn ja kivun mittari, joka koostuu kahdestatoista kysymyksestä, joihin potilas itse vastaa (90). Neljä kysymyksestä käsittelee kyynärnivelen toimintaa ja sen asettamia rajoituksia potilaan arkielämässä, neljä kysymystä käsittelee kyynärpääongelman psykososiaalisia vaikutuksia ja neljä kysymystä käsittelee kyynärpään kipua. OES-mittarista saatava pistemäärä on välillä 0-48, jossa 48 on enimmäispistemäärä, kuvaten täysin vaivatonta, normaalisti toimivaa ja kivutonta kyynärpää. OES-pistemääriä on tutkittu satunnaisesti valitussa oireettomassa väestössä. Keskimääräinen tulos 11-80- vuotiailla potilailla oli 47.43, mediaaniarvon ollessa 48.0. Tulos ei tilastollisesti merkitsevästi riippunut iästä, sukupuolesta tai kätisyydestä. Pistemäärää 48 voidaan näin ollen pitää käytännössä normaalin kyynärnivelen toiminnan rajapyykkinä (91). OES-pisteytystä ei



juurikaan ole käytetty tulostusmuuttujana aiemmissa väärtinälüun tekoniuelhoidon klinisissä seurantalutkimuksissa. Tutkimuksessamme potilaat täyttivät paperille tulostetun kyselykaavakkeen vastaanottokäynnin aikana, ja tutkijalääkäri laski tämän jälkeen pistemäärän yhteen. Ne potilaat, jotka olivat halukkaita osallistumaan tutkimukseen, mutta jotka eivät päässeet tulemaan tutkittaviksi vastaanottokäynnille, täyttivät heille lähetetyn paperille tulostetun OES-kyselylomakkeen kotona ja lähettivät täytetyn kyselylomakkeen postitse tutkijalääkärille. OES:n internetissä saatavilla oleva englanninkielinen laskuri (90) tarjoaa myös tulkintaosuuden. Sen mukaan pistemäärä 0-19 on viitteellinen vaikealle kyynärpään ongelmalle, pistemäärä 20-29 kohtalaisesta vaikealle ongelmalle, 30-39 lievästä kohtalaiselle ongelmalle ja 40-48 pistettä on viitteellinen kyynärpään pääosin ongelmattomalle toiminnalle.

Toissijaisia tulostusmuuttujia olivat kyynärnivelen toimintakyky Mayo Elbow Performance Score (MEPS)- mittarilla (92, 98), kyynärnivelen toiminnanvajauksen vaikutus elämänlaatuun QuickDASH-mittarilla (93) sekä vammauolen kyynärnivelen aktiiviset ja passiiviset liikelaajuudet pronaatioon, supinaatioon, fleksioon ja ekstensioon goniometrillä mitattuina. MEPS-kysymykset suomennettiin tutkijalääkärin toimesta tutkimuslomakkeelle, koska mittarista ei ollut saatavilla validoitua suomenkielistä versiota, eikä osallistuvilta potilailta edellytetty englanninkielen taitoa. Potilailta kysyttiin vastaanottokäynnillä lisäksi yleistä tyytyväisyyttä (kokonaislukuna) kyynärpään toimintaan asteikolla 0-10. Potilailta mitattiin vastaanottokäynnillä myös terveen kyynärnivelen aktiiviset ja passiiviset liikelaajuudet, joita käytettiin vertailuryhmänä tekoniuelellä hoidetun kyynärnivelen liikelaajuuksille. Tutkimusvastaanotot suoritti yhtä vastaanottoa lukuun ottamatta tämän tutkielman tekijä osana tutkielman aineiston keräämistä.

MEPS oli kirjallisuuskatsauksen perusteella yleisin ensisijainen tulostusmuuttuja muissa tutkimuksissa. Etenkin MEPS:n kysymysosion katsottiin tutkijalääkärin näkemyksen mukaan kuitenkin kuvaavan huonosti potilaan kyynärnivelen mahdollisten ongelmien aiheuttamaa toiminnallista haittaa, koska kysymykset käsittelevät arkielämän toimia, joista suoriutuu yleensä varsin ongelmitta myös yhdellä toimivalla raajalla. Tutkijalääkärin näkemyksen mukaan OES kuvaa paremmin nimenomaan kyynärniveleen liittyviä mahdollisia ongelmia arkielämässä, mikä oli yksi syy OES:n valitsemiseksi ensisijaiseksi tulostusmuuttujaksi, vaikka se vaikeuttaakin jossain määrin vertailua muihin tutkimuksiin. OES-pistemäärä toimintaa ja kipua käsittelevissä osioissa

korreloi osoitetusti vahvasti MEPS- ja DASH-mittareiden tulosten kanssa. Sen sijaan psykososiaalisten kysymysten yhteispistemäärä korreloi vahvasti DASH-mittarin tulokseen, mutta vain kohtalaisesti MEPS-tulokseen, mikä johtuneee tämän OES:n osa-alueen painotuksesta potilaan subjektiiviseen kokemukseen, jota MEPS ei juuri huomioi paitsi kivun osalta (94). OES on yhdessä tutkimuksessa osoitettu osuvammaksi kyynärnivelen toiminnan indikaattoriksi kuusi kuukautta kirurgian jälkeen kuin DASH (94). Toisaalta mitään kyynärnivelen toimintakykymittaria ei ole osoitettu selkeästi muita paremmaksi, mikä osaltaan selittää tutkimuksissa käytettyjen tulosmuuttujien suurta hajontaa (98). Lähes kaikissa mittareissa on havaittu potilaan kokeman kivun olevan pistemäärään eniten, jopa joidenkin arvioiden mukaan ylikorostuneesti vaikuttava tekijä (100).

Kaikista seurantakäynneille tulleista potilaista otettiin vastaanottokäyntien yhteydessä etu-taka-, ja lateraalisuuntaiset röntgenkuvat jatkoseurantaa ja mahdollisia tulevia tutkimuksia varten, mutta niiden tulosten analysointi jätettiin tämän tutkielman ulkopuolelle. Potilaita informoitiin röntgenkuvien ottamisesta ja näihin liittyvästä säderasituksesta kutsukirjeessä.

## **7. Tutkimuslupa ja eettiset näkökohdat**

Helsingin ja Uudenmaan Sairaanhoidopiirin eettinen toimikunta antoi tutkimukselle puoltavan lausunnon. Lisäksi haettiin ja saatiin HUS Töölön ortopedian ja traumatologian klinikan tutkimuslupa. Tutkijalääkärin näkemyksen mukaan tutkimukseen ei liittynyt eettisiä ongelmakohtia.

## 8. Potilasaineisto

Iältään tutkimukseen osallistuneet potilaat olivat vammahetkellä 26-76-vuotiaita.

Keskimääräinen ikä vammahetkellä oli 53.6 vuotta. Naisia oli 58% tutkituista ja miehiä 42%, mikä vastasi varsin hyvin aiemmassa kirjallisuudessa esitettyä suhdetta (10). Potilaiden seuranta-aika leikkauspäivämäärästä tutkimusvastaanoton päivämäärään oli keskimäärin 5.0 vuotta (vaihteluväli 1.9-8.0 vuotta).

Dominantin puolen vamma oli kyseessä 33 potilaalla (51.0%). Mason-Johnston- luokkaan I kuuluvia murtumia ei aineistossa ollut yhtäkään. Mason-Johnston II luokkaan kuului yksi murtuma (1.5%), III luokkaan 21 (32.3%) ja IV luokkaan 43 (66.2%). Suurin osa murtumista oli siis murtumaluksaatiovammoja. Yksinkertainen murtuma tai värttinäluun pään murtuma ja siihen liittynyt kyynärluun varislisäkkeen murtuma ilman kyynärnivelen sijoiltaanmenoa oli kyseessä 24 potilaalla. Terrible triad- vammoja oli 27 (42%). Essex-Lopresti- vammoja oli 4 ja Monteggia-murtumiksi luokiteltavia vammoja 17. Osalla potilaista vamma täytti sekä terrible triad- että Monteggia- vammojen kriteerit, jolloin ne katsottiin luokiteltavaksi molempiin luokkiin.

Vammamekanismina oli kaatuminen samalla tasolla yhteensä 43 potilaalla (66.2%), joista neljällä kaatuminen tapahtui selvästi kävelyvauhtia suuremmassa vauhdissa. Putoamisvamma alle kolmen metrin korkeudesta oli vammamekanismina kymmenellä potilaalla, putoamisvamma yli kolmen metrin korkeudesta viidellä potilaalla ja polkupyöronnettomuus seitsemällä potilaalla. Henkilöauto-onnettomuus tai muu moottoriliikenneonnettomuus ei ollut vammamekanismina yhdelläkään tutkimusaineiston potilaalla.

Tekonivelen asennus tehtiin tuoreen vamman hoitona (alle 2 viikkoa vammahetkestä) 58 potilaalla (87.7%). Vamman primaarihoitona viivästetysti (yli 2 viikkoa vammahetkestä) tekonivel asennettiin kahdelle potilaalle (3,1%). Kuudella potilaalla (9.2%) kyseessä oli muulla tavalla, esimerkiksi murtumakappaleiden kiinnityksellä hoidetun murtuman kivuliaan tai toimintarajoitteisen jälkitilan korjaus tekonivelellä. Kahdella vastaanotolla tutkituista potilaista rHead-tekonivel oli poistettu seurannan aikana ilmenneen ongelman vuoksi (toisessa näistä tapauksista rHead oli korvattu toisentyyppisellä metallitekonivelellä). Näiden potilaiden tulokset analysoitiin kuitenkin osana tutkimusaineistoa.

Kolmella potilaalla kyseessä oli avomurtuma. Muita merkittäviä primaarikomplikaatioita, kuten hermo- tai verisuonivammoja vammasta aiheutuen ei todettu yhtäkään. Yleisimpiä tekonivelen asennusleikkauksen yhteydessä tehtyjä liitännäistoimenpiteitä olivat kyynärluun eri osien osteosynteesit ja kyynärluun varislisäkkeen korjaukset, sekä lateraalisen sivusiteen korjaus tai sivusiteen irrotus ja uudelleenankkurointi leikkauksen aikana. Mediaalisen sivusiteen korjauksia ja etukapselin kiinnityksiä tai suturaatioita tehtiin hieman harvemmin, ja selvästi harvemmin esimerkiksi kolmipäisen olkalihaksen jänneavulsio jouduttiin kiinnittämään tai ranteen ja olkaluun alueen murtumia kiinnittämään samassa leikkauksessa. Vain yksi potilas tarvitsi ulkoista kiinnistyslaitetta (eksternifiksaatio) murtumiensa hoidon osana.

## Taulukko 2. Potilaiden perustiedot

<b>Ikä (vammahetkellä)</b>	KA: 53,6v (vaihteluväli 26-76v)
<b>Naisia</b>	38 (58%)
<b>Miehiä</b>	27 (42%)
<b>Oikeakätinen</b>	56 (86%)
<b>Vasenkätinen</b>	9 (14%)
<b>Seuranta-aika</b>	KA 5,0v (vaihteluväli 1,9-8,0v)

## Taulukko 3. Perustiedot vammasta

<b>Oik yläraajan vamma</b>	28 (43,1%)
<b>Vas yläraajan vamma</b>	37 (56,1%)
<b>Dominantin yläraajan vamma</b>	33 (51,0%)
<b>Terrible triad</b>	27 (42%)
<b>Essex-Lopresti</b>	4 (6,2%)
<b>Monteggia</b>	17 (26,2%)
<b>Mason-Johnston I</b>	0 (0%)
<b>Mason-Johnston II</b>	1 (1,5%)
<b>Mason-Johnston III</b>	21 (32,3%)
<b>Mason-Johnston IV</b>	43 (66,2%)
<b>Kaatuminen samalla tasolla</b>	43 (66,2%)
<b>Putoaminen alle 3m</b>	10 (15,4%)
<b>Putoaminen yli 3m</b>	5 (7,8%)
<b>Polkupyöräonnettomuus</b>	7 (10,8%)
<b>Muu liikenneonnettomuus</b>	0 (0%)
<b>Tuore vamma (alle 2vko)</b>	57 (87,7%)
<b>Vanha vamma (yli 2vko)</b>	2 (3,1%)
<b>Jälkitila</b>	6 (9,2%)
<b>Avomurtuma</b>	3 (4,6%)
<b>Muu vammakomplikaatio</b>	0 (0,0%)

## 9. Tulokset

Päätulosmuuttujana oli OES-pistemäärä. Lomakkeesta laskettiin kokonaispistemäärä ja lisäksi laskettiin pisteet yhteen osa-alueittain. Kokonaispistemäärän keskiarvo oli 41.3. Pistemäärä vaihteli välillä 16-48. Potilaista 15/65 saavutti OES-pistemääräksi täyden 48 ja 16 potilasta lähes täyden pistemäärän 46-47. Potilaista 39/65 (60.0%) sai pistemääräksi 40 tai yli, mikä OES:n tulkintaosion perusteella on viitteellinen pääosin ongelmattomalle kyynärnivelen toiminnalle. 8/65 (12,3%) potilasta sai alle 30 pistettä, mikä OES:n tulkintaosuuden mukaan voi olla viitteellinen kohtalaiselle tai vaikealle kyynärnivelongelmalle, joka voi vaatia ortopedin konsultaatiota kirurgisen hoidon tarpeesta.

MEPS-pistemäärän keskiarvo oli 91.4 vastaten tulkintaosuuden (98, 99) mukaan erinomaista sanallista tulosta. Tulos vaihteli välillä 55-100. 24 potilaalla tulos oli erinomainen (90-100 pistettä), 19 potilaalla hyvä (75-89 pistettä), 13 potilaalla kohtalainen (65-74 pistettä) ja 2 potilaalla huono (alle 60 pistettä). Erinomaisen tai hyvän sanallisen tuloksen saavutti siis 74.1% potilaista. Kahden potilaan (3.1%) kyynärniveli oli kliinisesti arvioiden lievästi epävakaa, muilla potilailla kyynärniveli oli kliinisesti arvioiden vakaa. Yhdenkään potilaan kyynärniveli ei ollut vaikeasti epävakaa, mikä mukailee pitkälti kirjallisuudessa esitettyjä havaintoja. Mahdollisesti tämä selittynee yleisesti osaltaan myös sillä, että nämä potilaat päätyvät vaikeiden kyynärpään toimintaongelmien vuoksi useimmiten uusintatoimenpiteeseen varsin pian tekonivelen asentamisen jälkeen.

Yleinen tyytyväisyys oli keskimäärin 8.6/10 (vaihteluväli 0-10). Huomionarvoista oli, että vain yksi potilas ilmoitti yleiseksi tyytyväisyydeksi alle lukeman 5. Tyyppi-arvo oli 10 (21/58 potilasta). Yleistä tyytyväisyyttä 10 voidaan luonnollisesti pitää vahvana viitteenä hyvästä leikkaustuloksesta. Lisäksi 15 potilasta arvioi tyytyväisyydeksi 9, mikä sekin on tutkijalääkärin arvion mukaan viitteellinen tulos varsin onnistuneelle kyynärpään hoitotulokselle ja vähäisille kyynärpään aiheuttamille ongelmille.

Keskimääräinen QuickDASH-pistemäärä oli 15. Vaihteluväli oli 0-75 pistettä. Mittarista ei ole olemassa sanallista tulkintaosuutta eikä normaaliarvoja väestöstä ole saatavilla. Hunsaker et al raportoivat tutkimuksessaan vuonna 2002 QuickDASH-mittarin kanssa samantyyppisen, mutta

laajemman DASH-mittarin keskimääräisen väestön saavuttamaksi pistemääräksi 10.1 (95), jota vain lievästi huonommaksi tutkimusaineiston QuickDASH tulos jäi.

Aktiiviset ja passiiviset liikelaajuudet mitattiin goniometrillä yhden asteen tarkkuudella. Liikelaajuudet mitattiin myös terveestä yläraajasta vertailuryhmän saamiseksi. Keskimääräiset liikelaajuudet on esitetty taulukossa 4. Liikelaajuudet olivat kauttaaltaan hieman huonompia tekonivelellä hoidetuissa kyynärnivelissä verrattuna terveeseen puoleen, mutta ero ei yhdenkään liikesuunnan osalta ollut kovinkaan suuri. Suurin ero aktiiviliikkeissä oli kyynärnivelen ekstensiossa, joka oli keskimäärin 13.5 astetta parempi terveessä kyynärnivelsä. Toisaalta useilla potilailla terve kyynärnivel liikkui lievään (0-10 asteen) yliekstensioon, joka suurentaa eroa vammapuoleen todennäköisesti ilman todellista merkitystä kyynärnivelen toiminnalle arkielämässä. Aktiivisen fleksion ero tekonivelkyynärpään ja terveen puolen välillä oli keskimäärin 4.8 astetta, aktiivisen pronaation 7.1 astetta ja aktiivisen supinaation 8.9 astetta. Suomenkielisen ortopedian oppikirjan ilmoittamiin suuntaviivaisiin kyynärnivelen keskimääräisten liikelaajuuksien yhden standardideviaation vaihteluväleihin (fleksio  $140 \pm 5$ ) astetta, ekstensio  $0 \pm 3$  astetta, pronaatio  $75 \pm 5$  astetta, supinaatio  $81 \pm 4$  astetta) (96) päästiin tekonivelkyynärpäissä keskimäärin pronaation, supinaation ja fleksion osalta. Pronaatio- ja supinaatioliikkeissä terveiden kyynärnivelten liikelaajuudet ylittivät selkeästi kirjassa annetut keskimääräiset arvot, mikä voi johtua esimerkiksi mittausteknisestä erosta. Potilaille, jotka kokivat kyynärnivelen toiminnassa tai kiputilanteessa vaikeita ongelmia, tarjottiin mahdollisuus väärtinäluun tekonivelhoitoihin perehtyneen yläraajaortopedin vastaanottokäyntiin, jonka yhteydessä oli mahdollista kartoittaa mahdollisesti tarvittavia uusintatoimenpiteitä ja konservatiivisia hoitokeinoja kyynärnivelen toiminnan parantamiseksi.

Tuoreen murtuman hoitona (alle 2 viikkoa vammasta) tehdyn tekonivelen asennuksen potilasryhmän OES-pistemäärä oli keskimäärin 41.8 ja MEPS-pistemäärä 92.4. Viivästyneen primaarikorjauksen (yli 2 viikkoa vammasta) ryhmässä OES-pistemäärä oli keskimäärin 42.5 ja MEPS-pistemäärä 82.5. Toisaalta on huomioitava, että tämä potilasryhmä koostui vain kahdesta potilaasta. Muulla tavalla primaaristi hoidetun murtuman tekonivelellä korjatun jälkitilaryhmän OES- ja MEPS- keskiarvot (36.2 ja 82.5) olivat selvästi huonommat kuin tuoreiden vammojen ryhmässä. Tämä on ymmärrettävää, koska kyseessä on yleensä vaikeahoitoiseksi osoittautunut ja jo ennestään usein kivulias vamma. Tulokset näiden ryhmien osalta on esitetty taulukossa 6.

Leikkaukseen liitettävissä olleet, seurannassa ilmenneet komplikaatiot on listattu taulukossa 7. Yhteensä ilmeni 26 komplikaatiota, joista osa samoilla potilailla. Komplikaatioita ilmeni yhteensä 20 potilaalla (31%) seurannan aikana. Komplikaatioiksi luokiteltiin leikkauksen jälkeinen vaikea infektio (tekonivelen infektoituminen, osteomyeliitti tai artriitti), monimuotoinen paikallinen kipuoireyhtymä (CRPS), leikkauksen jälkeen oireilla alkanut hermovaurio, kyynärpään seurannassa todettu kliininen epävakaus, tekonivelen selvä siirtyminen aiemmissa seurantaröntgenkuvissa, seurantateksteissä mainittu heterotrooppinen ossifikaatio, tekonivelen poisto mistä tahansa syystä tai muusta syystä tehty uusintatoimenpide. Selvästi pinnallisia, paikallishoidolla tai lyhyellä suun kautta otettavalla antibioottikuurilla hoidettuja leikkaushaavainfektioita tai niiden epäilyjä ei laskettu tässä tutkimuksessa komplikaatioiksi. Yleisin komplikaatio oli muusta kuin infektiosta, epävakaudesta tai tekonivelen siirtymästä johtunut uusintatoimenpide, joita olivat esimerkiksi jäykän kyynärnivelen vuoksi tehty kapsulotomia tai artroskopia, auki revenneen haavan revisio tai kyynärluun osteosynteesimateriaalin poisto. Kahden potilaan tekonivel oli poistettu seurannassa ilmenneiden ongelmien vuoksi.

**Taulukko 4. Aktiiviset ja passiiviset liikelaajuudet asteina goniometrillä mitattuina**

	Ext vamma	Ext terve	Flex vamma	Flex terve	Pron vamma	Pron terve	Sup vamma	Sup terve
<b>Aktiivinen</b>	12,1	-1,4	137,9	142,7	77,8	84,9	77,4	86,3
<b>Passiivinen</b>	10,2	-3,2	140,1	144,4	79,5	85,6	79	88,2

**Taulukko 5. Toimintakykymittareiden tulokset**

Mittari	Asteikko (huonoin-paras)	Paras	Huonoin	Keskiarvo
<b>OES-pisteet</b>	0-48	48	16	41,3
<b>OES (kipu)</b>	0-100% osion pisteistä	100%	25%	86,1%
<b>OES (toiminta)</b>	0-100% osion pisteistä	100%	18,75%	89,9%
<b>OES (psykosos)</b>	0-100% osion pisteistä	100%	18,75%	82,3%
<b>MEPS</b>	5-100	100	55	91,4
<b>Q-DASH</b>	100-0	0	75	15,0
<b>Tyytyväisyys</b>	0-10	10	0	8,6

**Taulukko 6. Toimintakykymittareiden tulokset tekonivelhoidon ajoituksen suhteen**

Hoidon ajoitus	OES (KA)	MEPS (KA)
Tuore vamma alle 2vko (N=57)	41,8	92,4
Viivästynyt primaarikorjaus yli 2vko (N=2)	42,5	82,5
Jälkitila (N=6)	36,2	82,5

**Taulukko 7. Seurannan aikana ilmenneet komplikaatiot**

Infektio (artriitti, osteomyeliitti, tekonivelinfektio)	1 (1,5%)
CRPS	2 (3,1%)
Hermovaurio	5 (7,7%)
Instabiliteetti	3 (4,6%)
rHead selkeä malpositio	3 (4,6%)
Heterotroopinen ossifikaatio	2 (3,1%)
rHead poistettu	2 (3,1%)
Muu uusintatoimenpide	6 (9,2%)

## 10. Johtopäätökset

Värttinäluun proksimaalipään pirstaleiset tai huonoasentoiset murtumat ovat hoidollisesti vaativia vammoja, mikä asettaa osaltaan rajoituksia hoidolta odotettavissa olevalle lopputulokselle. Toisaalta potilaat ovat yleensä työikäisiä, mikä puolestaan nostaa hoidon etenkin toiminnalliselta lopputulokselta vaadittavaa tasoa. Epäonnistuneesta hoidosta voi koitua esimerkiksi terveiden työvuosien menetyksen kautta suuria kustannuksia yhteiskunnalle, jolloin tyydyttävän toiminnallisen ja elämänlaadullisen hoitotuloksen takaavan hoitomuodon löytäminen on paitsi potilaiden hyvinvoinnin, myös kustannusten kannalta todennäköisesti erittäin tärkeää. Aiemmista kliinisistä seurantatutkimuksista saadut tulokset ovat osittain vahvistaneet tekonivelhoitojen biomekaanisista tutkimuksista saatuja lupaavia tuloksia, vaikka potilasmäärät ovat olleet pieniä ja myös epätydyttäviä tuloksia on raportoitu.

Tämän tutkimuksen perusteella selvästi suurin osa metallisella rHead Recon-bipolaaritekonivelellä hoidetuista potilaista vaikuttaa saavuttaneen lyhyen tai keskipitkän aikavälin seurannassa vähintäänkin tyydyttävän tai hyvän lopputuloksen ensisijaisen tulosmuuttujan OES:n, sekä myös toissijaisten tulosmuuttujien MEPS:n ja yleisen



tyytyväisyyden perusteella. Myös kyynärnivelen liikelaajuuksien palauttaminen näytti onnistuneen verrattain hyvin verrattuna terveeseen puoleen. Nämä tulokset vahvistavat aiempien kliinisten seurantatutkimusten havaintoja siitä, että tekonivelhoidolla voidaan saavuttaa hyviä hoitotuloksia hoidettaessa vaikeita värttinäluun pään pirstalemurtumia ja murtumaluksaatiovammoja. rHead Recon- tekonivelellä Töölön sairaalassa saavutetut hoitotulokset vaikuttavat esimerkiksi keskimääräisen MEPS-pistemäärän (91.4) perusteella vastaavan muilla bipolaaritekonivelillä saatuja keskimääräisiä tuloksia (88.4) tai olevan jopa hieman niitä parempia. Vertailu aiempiin tutkimuksiin on jossain määrin hankalaa, johtuen hyvin suuresta tutkimuksissa käytettyjen tulostuuttajien vaihtelusta ja potilasaineistojen piirteiden huomattavista eroavaisuuksista.

Tutkimuksen vahvuudeksi voidaan katsoa olevan kansainvälisestikin katsoen verrattain suuren potilasmäärän, mikä tarjoaa mahdollisuuden myös harvinaisempien ongelmien ja komplikaatioiden havainnointiin ja toisaalta vähentää sattuman osuutta tuloksiin. Ainoastaan yksi kirjallisuuskatsauksessa mukana olleista tutkimuksista (23), jossa oli mukana 74 akuutissa tilanteessa monopolaaritekonivelellä primaaristi hoidettua potilasta, oli potilasmäärältään omaa tutkimustamme suurempi. Tutkimuksemme potilasmäärä oli suurempi kuin yhdessäkin heinäkuuhun 2015 mennessä julkaistussa bipolaaritekonivelten kliinisiä seurantatuloksia kartoittaneessa tutkimuksessa. Tietynlaiseksi vahvuudeksi voidaan katsoa myös se, että tutkimusdatan kerääminen vastaanotoilla tapahtui (yhtä potilasta lukuunottamatta) saman tutkijan toimesta, jolloin tutkimusolosuhteet olivat kliinisen tutkimuksen suhteen varsin standardoidut. Toisaalta voidaan spekuloida tällaisen yhden tutkijan keräämän tutkimusdatan olevan altisteinen esimerkiksi mahdollisille yksittäisen tutkijan järjestelmällisille mittausteknisille virheille johtuen esimerkiksi mahdollisesta puutteellisesta mittausten hallinnasta. Kyynärpään toimintakykykymittareiden tulosten samalla potilaalla samassa tilanteessa on todettu vaihtelevan kohtalaisesti eri tutkijoiden välillä (97), minkä perusteella tämä järjestelmällisen mittausvirheen mahdollisuus lienee todellinen. Tämän harhan mahdollisuutta pyrittiin minimoimaan tutkijalääkärien koulutuksella yläraajaortopedin toimesta. Tekonivelen käytön indikaatiot näyttivät tutkimuksen perusteella mukailleen hyvin kirjallisuudessa annettuja suosituksia, sillä yhtä lukuun ottamatta kaikki tekonivelellä hoidetut murtumat olivat Mason-Johnston- luokkaa III tai IV, jolloin tekonivelhoidon tuloksia päästiin tarkastelemaan kirjallisuuden perusteella tekonivelhoidolle otollisessa ja todennäköisimmin oikeassa potilasryhmässä.

Tutkimuksen puutteeksi voidaan katsoa retrospektiivisen kohorttitutkimuksen tuomat haasteet vertailuryhmän puuttuessa. Toisaalta haasteena oli myös esimerkiksi murtumatyyppien ja tekonivelhoidon ajoituksen suhteen heterogeeninen potilasaineisto, jolloin täsmällinen vertailu muihin tutkimuksiin on vaikeaa. Vaikka tutkimuksen potilasmäärä on kansainvälisestikin katsoen poikkeuksellisenkin suuri, on tutkimuspopulaatio edelleen tilastollisesti varsin pieni, mikä mahdollistaa edelleen sattuman vaikutuksen lopputulokseen. On myös mahdollista, että tutkimukseen osallistui keskimäärin muutenkin aktiivisia potilaita, jotka saattavat esimerkiksi olla toteuttaneet leikkauksen jälkeisiä kuntoutusohjeita keskimääräistä paremmin, mikä voisi parantaa keskimääräisiä tuloksia. Voidaan myös ajatella, että aikaisessa vaiheessa kaikista epätyytyttävimmistä hoitotuloksista kärsineet potilaat saattavat muita herkemmin hakeutua Suomessa vallitsevassa terveydenhuollon mallissa julkisella puolella saamaansa primaarihoitoon tyytymättöminä jatkoseurantaan esimerkiksi yksityispuolelle ja olla haluttomia osallistumaan tämänkaltaisiin seurantatutkimuksiin.

Tietoa tekonivelhoidon erittäin pitkän ajan seurannasta ei juurikaan ole, vaan pisimmät seurantatutkimusten seuranta-ajat ovat olleet hieman yli 12 vuotta. Hoidon kustannustehokkuudesta ei myöskään ole saatavilla tietoa. Tekonivelhoidon yksiselitteinen, kattaviin tutkimuksiin ja meta-analyyzeihin perustuva paremmuus hoitoon murtumakappaleiden operatiivisella kiinnityksellä tai jopa väärtinäluun pään poistolla verrattuna on edelleen osoittamatta pirstaleistenkin murtumien ja murtumaluksaatioiden hoidossa. Murtumakappaleiden kiinnityksen ja tekonivelhoidon välinen paremmuus hoitomuotona on kirjallisuuskatsauksen perusteella edelleen ainakin jossain määrin kiistanalainen etenkin niissä Mason-Johnston III-IV-pirstalemurtumissa ja murtumaluksaatiovammoissa, joissa avoin levykiinnitys on teknisesti mahdollista. Lisätutkimuksia tekonivelhoidon tuloksista ja myös vertailusta avoimeen kiinnitykseen tarvitaan entistä suuremmilla potilasaineistoilla hoitosuosituksen selkiyttämisen mahdollistamiseksi. Satunnaistettujen vertailevien kaksoissokkotutkimusten suorittaminen voi olla tällaisessa tutkimusasetelmassa varsin haastavaa, mutta ne takaisivat hyvin toteutettuina varmemman näytön hoitolinjojen keskinäisestä paremmuudesta. Tekonivelhoidolle ei tutkijalääkärien näkemyksen mukaan tällä tutkimusnäytöllä voi antaa kultastandardin asemaa väärtinäluun pään vaikeidenkaan pirstalemurtumien ja murtumaluksaatiovammojen hoidossa. Yhteenvetona voitaneen kuitenkin todeta kirjallisuuskatsauksen perusteella, että proksimaalisen väärtinäluun pään korvaaminen metallisella tekonivelellä vaikuttaa lupaavalta hoitokeinolta

huonoasentoisten tai pirstaleisten murtumien hoidossa, mitä havaintoa tämän tutkimuksen tulos bipolaaritekonivelten osalta vahvistaa.

Tutkimuksessa saatiin myös hyödyllistä tietoa Oxford Elbow Scoren suomennetun version käyttökelpoisuudesta kyynärnivelen toimintaa koskevissa kliinisisissä seurantatutkimuksissa. Tutkijalääkärin näkemyksen mukaan mittarin huomattavasti keskimääräistä alhaisempi pistemäärä haarukoi pääosin varsin onnistuneesti ne potilaat, joilla kyynärnivelen toiminnassa oli vakavia, arkielämää haittaavia puutteita tai vaikeita kiputiloja. Näille potilaille tarjottiin tekonivelhoitoon perehtyneen ortopedin konsultaatiomahdollisuutta. Näin tutkimus toimi myös tavallaan tärkeänä ”ylimääräisenä” kliinisenä vammaanjälkeisenä poliklinikkaseurantamahdollisuutena potilaille. Potilaan subjektiivisen kokemuksen huomioiminen kyynärpään hoitotuloksesta voidaan katsoa OES-mittarissa selkeäksi eduksi verrattuna esimerkiksi MEPS-mittariin, joka ei käytännössä huomioi potilaan subjektiivista kokemusta kyynärpäänsä käyttökelpoisuudesta arkielämässä. Toisaalta on esitetty, että psykososiaalisia muuttujia ja selvästi mitattavissa olevia muuttujia ei tulisi yhdistää samaan mittariin vaan näitä tulisi käsitellä erillisillä mittareilla (98). Suomennettu OES voisi tutkijalääkärin näkemyksen mukaan nopeasti täytettävänä ja helposti potilaalle ymmärrettävänä olla jatkossa yksi työkalu kyynärnivelen toimintaa arvioidessa etenkin tutkimuskäytössä ja varauksin mahdollisesti jopa yhtenä apuvälineenä muiden kliinisten arviointityökalujen joukossa erikoistuvien kirurgien pitämällä seurantavastaanottokäynneillä ongelmapotilaiden seulomiseksi ja ohjaamiseksi tekonivelhoitoon perehtyneen yläraajaortopedin konsultaatioon uusintaoperaatiotarpeen arviosta ja muista mahdollisista hoitomuodoista.

## 11. Viitteet

- (1) King Graham J.W. Management of comminuted radial head fractures with replacement arthroplasty. *Hand Clinics* 2004 Nov;20(4):429–441
- (2) Bartz, Bernhard ; Tillmann, Bernhard ; Schleicher, Axel. Stress in the human elbow joint. *Anatomy and Embryology* 1984, Vol.169(3), pp.309-318
- (3) Van Riet, R P ; Sanchez-Sotelo, J ; Morrey, B F. Failure of metal radial head replacement. *The Journal of bone and joint surgery*. British volume May 2010, Vol.92(5), pp.661-7

- (4) Pomianowski, F., Stanislaw ; Morrey, G., Bernard ; Neale, J., Patricia ; Park, W., Min ; O'driscoll, Nan, Shawn ; An, Nan, Kai. Contribution of Monoblock and Bipolar Radial Head Prostheses to Valgus Stability of the Elbow. *The Journal of Bone & Joint Surgery* 2001, Vol.83(12), pp.1829-1834
- (5) Beingessner, Daphne M. ; Dunning, Cynthia E. ; Gordon, Karen D. ; Johnson, James A. ; King, Graham J.W. The effect of radial head excision and arthroplasty on elbow kinematics and stability. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2004, Vol.86(8), p.1730
- (6) Kiviranta Ilkka; Järvinen Markku. *Ortopedia* 2012, Kandidaattikustannus Oy, Helsinki. S. 328-329
- (7) Gramlich, Yves ; Krausch, Eva-Lorine ; Klug, Alexander ; Buckup, Johannes ; Schmidt-Horlohé, Kay ; Hoffmann, Reinhard. Complications after radial head arthroplasty: a comparison between short-stemmed bipolar and monopolar long-stemmed osteointegrative rigidly fixed prostheses. *International Orthopaedics* 2019, Vol.43(8), pp.1917-1925
- (8) Monica JT, Mudgal CS. Radial head arthroplasty. *Hand Clinics*. 2010 Aug;26(3):403–410
- (9) Syczewska, Małgorzata ; Skalski, Konstanty ; Pomianowski, Stanisław ; Szczerbik, Ewa. Functional outcome following the implantation of the modal/bipolar radial head endoprosthesis. Preliminary results. *Acta of bioengineering and biomechanics* 2008, Vol.10(2), pp.43-9
- (10) Kaas, Laurens ; van Riet, Roger P ; Vroemen, Jos P.A.M ; Eygendaal, Denise. The epidemiology of radial head fracture. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2010, Vol.19(4), pp.520-523
- (11) Van Riet, P, Roger ; Morrey, F, Bernard ; O'driscoll, W, Shawn ; Van Glabbeek, W, Francis. Associated Injuries Complicating Radial Head Fractures: A Demographic Study. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2005, Vol.441, pp.351-355
- (12) Itamura, John ; Roidis, Nikolaos ; Mirzayan, Raffy ; Vaishnav, Suke ; Learch, Thomas ; Shean, Chris: Radial head fractures. MRI evaluation of associated injuries. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2005, Vol.14(4), pp.421-424
- (13) Johnston GW. A follow-up of one hundred cases of fractures of the head of the radius with a review of the literature. *Ulster Med J* 1962; 31: 51-6
- (14) Mason ML. Some observations on fractures of the head of the radius with a review of one hundred cases. *British Journal of Surgery* 1954; 42: 123-32
- (15) Pike, Jeffrey M ; Athwal, George S ; Faber, Kenneth J ; King, Graham J.W. Radial Head Fractures—An Update. *Journal of Hand Surgery* 2009, Vol.34(3), pp.557-565
- (16) Res Pires ; Fl Rezende ; EC Mendes ; Aer Carvalho Jr ; Ia Almeida Filho ; Fb Reis ; MAP Andrade. Radial Head Fractures: Mason Johnston's Classification Reproducibility. *Malaysian Orthopaedic Journal* 01 July 2011, Vol.5(2), pp. 6-10

- (17) Herbertsson, P. ; Josefsson, P.O. ; Hassarius, R. ; Besjakov, J. ; Nyqvist, F. ; Karlsson, M.K. Fractures of the radial head and neck treated with radial head excision. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A* September 2004, Vol.86(9), pp.1925-1930
- (18) Akesson, Thomas ; Herbertsson, Par ; Josefsson, Per-Olof ; Hassarius, Ralph ; Besjakov, Jack ; Karlsson, Magnus K. Primary nonoperative treatment of moderately displaced two-part fractures of the radial head. *Journal of Bone and Joint Surgery* 2006, Vol.88(9), p.1909
- (19) Kaas, Laurens ; Struijs, Peter A.A ; Ring, David ; van Dijk, C. Niek ; Eygendaal, Denise. Treatment of Mason Type II Radial Head Fractures Without Associated Fractures or Elbow Dislocation: A Systematic Review. *Journal of Hand Surgery* July 2012, Vol.37(7), pp.1416-1421
- (20) Doornberg, Job N. ; Parisien, Robert ; van Duijn, P. Joppe ; Ring, David. Radial head arthroplasty with a modular metal spacer to treat acute traumatic elbow instability. *Journal of Bone and Joint Surgery* 2007, Vol.89(5), p.1075
- (21) Popovic, Nebojsa ; Lemaire, Roger ; Georis, Pierre ; Gillet, Philippe. Midterm results with a bipolar radial head prosthesis: radiographic evidence of loosening at the bone-cement interface. *Journal of Bone and Joint Surgery* 2007, Vol.89(11), p.2469
- (22) Flinkkilä, T ; Kaisto, T ; Sirniö, K ; Hyvönen, P ; Leppilahti, J. Short- to mid-term results of metallic press-fit radial head arthroplasty in unstable injuries of the elbow. *Journal of bone and joint surgery*. British volume June 2012, Vol.94(6), pp.805-10
- (23) Duckworth, D., Andrew ; Wickramasinghe, R., Neil ; Clement, D., Nicholas ; Court-Brown, M., Charles ; McQueen, M., Margaret. Radial Head Replacement for Acute Complex Fractures: What Are the Rate and Risks Factors for Revision or Removal? *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2014, Vol.472(7), pp.2136-2143
- (24) Hartzler, U., Robert ; Morrey, F., Bernard ; Steinmann, P., Scott ; Llusa-Perez, P., Manuel ; Sanchez-Sotelo, P., Joaquin. Radial Head Reconstruction in Elbow Fracture-Dislocation: Monopolar or Bipolar Prosthesis? *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2014, Vol.472(7), pp.2144-2150
- (25) Moro, Jk ; Werier, J ; Macdermid, Jc ; Patterson, SD ; King, GJw. Arthroplasty with a metal radial head for unreconstructible fractures of the radial head. *Journal Of Bone And Joint Surgery*, American Volume 2001 Aug (8), pp.1201-1211
- (26) Grewal R, MacDermid JC, Faber KJ, Drosdoweck DS, King GJ. Comminuted radial head fractures treated with a modular metallic radial head arthroplasty: study of outcomes. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, American volume. 2006 ;88: 2192-2200
- (27) El Sallakh, Sameh. Radial Head Replacement for Radial Head Fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma* 2013, Vol.27(6), pp.e 137-e140

- (28) Ring D. Radial head fracture: open reduction-internal fixation or prosthetic replacement. *Journal Of Shoulder And Elbow Surgery*, 2011 Mar;20(2):107-112
- (29) Guitton, G., Thierry ; Ring, E. et al. Interobserver Reliability of Radial Head Fracture Classification: Two-Dimensional Compared with Three-Dimensional CT. *The Journal of Bone & Joint Surgery* 2011, Vol.93(21), pp.2015-2021
- (30) Mcdougall, A ; White, J. Subluxation of the inferior radio-ulnar joint complicating fracture of the radial head. *The Journal of bone and joint surgery*. British volume May 1957, Vol.39-B (2), pp. 278-87
- (31) Mikic Dj., Z. ; Vukadinovic, S.M. Late results in fractures of the radial head treated by excision. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1983, Vol.181, pp.220-228
- (32) Ikeda, Masayoshi ; Sugiyama, Kazuhiro ; Kang, Chonte ; Takagaki, Tomonori ; Oka, Yoshinori. Comminuted fractures of the radial head. comparison of resection and internal fixation. *Journal of Bone and Joint Surgery* 2005, Vol.87(1), p.76
- (33) Van Riet, Roger ; Morrey, Bernard. Documentation of Associated Injuries Occurring With Radial Head Fracture. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2008 Vol.466(1), pp.130-134
- (34) King, J.W., Graham ; Patterson, D., Stuart: Metallic Radial Head Arthroplasty. *Techniques in Hand and Upper Extremity Surgery* 2001, Vol.5(4), pp.196-203
- (35) Iftimie, Petrea P ; Calmet Garcia, Jaume ; de Loyola Garcia Forcada, Ignacio ; Gonzalez Pedrouzo, Jose Eduardo ; Giné Gomà, Josep. Elbow Resection arthroplasty for radial head fractures: Long-term follow-up. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2011, Vol.20(1), pp.45-50
- (36) Knight, D J ; Rymaszewski, L A ; Amis, A A ; Miller, J H. Primary replacement of the fractured radial head with a metal prosthesis. *The Journal of bone and joint surgery*, British volume July 1993, Vol.75(4), pp.572-6
- (37) Sellman, C., Daniel ; Seitz, H., William ; Postak, D., Paul ; Greenwald, D., A Seth. Reconstructive Strategies for Radioulnar Dissociation: A Biomechanical Study. *Journal of Orthopaedic Trauma* 1995, Vol.9(6), pp.516-522
- (38) King, GJW ; Zarzour, Zds ; Rath, Da ; Dunning, CE ; Patterson, SD ; Johnson, Ja: Metallic radial head arthroplasty improves valgus stability of the elbow. *Clinical Orthopaedics And Related Research* 1999 Nov, Issue 368, pp.114-125
- (39) Morrey, BF ; Askew, L ; Chao, EY. Silastic prosthetic replacement for the radial head. *Journal of Bone and Joint Surgery* 1981, Vol.63(3), p.454
- (40) Marsh, P., Jonathan ; Grewal, J., Ruby ; Faber, S., Kenneth ; Drosdowech, S., Darren ; Athwal, J.W., George ; King, J.W., Graham. Radial Head Fractures Treated with Modular Metallic Radial Head Replacement: Outcomes at a Mean Follow-up of Eight Years. *Journal of Bone and Joint Surgery* 2016, Vol.98(7), pp.527-535

(41) Laumonerie, Pierre ; Tibbo, Meagan E ; Reina, Nicolas ; Pham, Thuy Trang ; Bonneville, Nicolas ; Mansat, Pierre. Radial head arthroplasty: a historical perspective. *International Orthopaedics* 10 August 2018, pp.1-9

(42) Nestorson, Jens ; Josefsson, Per-Olof ; Adolfsson, Lars. A radial head prosthesis appears to be unnecessary in Mason-IV fracture dislocation. *Acta Orthopaedica* 04 May 2017, Vol.88(3), pp.315-319

(43) Gramlich, Yves ; Krausch, Eva-Lorine ; Klug, Alexander ; Buckup, Johannes ; Schmidt-Horlohé, Kay ; Hoffmann, Reinhard. Complications after radial head arthroplasty: a comparison between short-stemmed bipolar and monopolar long-stemmed osteointegrative rigidly fixed prostheses. *International Orthopaedics* 2019, Vol.43(8), pp.1917-1925

(44) Mounghondo, Fabian ; El Kazzi, Wissam ; van Riet, Roger ; Feipel, Véronique ; Rooze, Marcel ; Schuind, Frédéric. Radiocapitellar joint contacts after bipolar radial head arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2010, Vol.19(2), pp.230-235

(45) Herald, Jonathan ; O'Driscoll, Shawn. Complete dissociation of a bipolar radial head prosthesis: A case report. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2008, Vol.17(6), pp. e22-e23

(46) Schneeberger, Alberto G. ; Sadowski, Michel M. ; Jacob, Hilaire A.C. Coronoid process and radial head as posterolateral rotatory stabilizers of the elbow. *Journal of Bone and Joint Surgery* 2004, Vol.86(5), p.975

(47) Chanlalit, Cholawish ; Shukla, Dave R ; Fitzsimmons, James S ; Thoreson, Andrew R ; An, Kai-Nan ; O'driscoll, Shawn W. Radiocapitellar stability: the effect of soft tissue integrity on bipolar versus monopolar radial head prostheses. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2011, Vol.20(2), pp.219-225

(48) Leigh, Warren B ; Ball, Craig M.: Radial head reconstruction versus replacement in the treatment of terrible triad injuries of the elbow. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* October 2012, Vol.21(10), pp.1336-1341

(49) Moon, Jun-Gyu ; Berglund, Lawrence J ; Zachary, Domire ; An, Kai-Nan ; O'Driscoll, Shawn W. Radiocapitellar joint stability with bipolar versus monopolar radial head prostheses. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2009, Vol.18(5), pp.779-784

(50) Allieu, Y. ; Winter, M. ; Pequignot, J.P. ; Mourgues, Ph. Radial head replacement with a pyrocarbon head prosthesis: preliminary results of a multicentric prospective study. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology* 2006, Vol.16(1), pp.1-9

(51) Lamas, Claudia ; Castellanos, Juan ; Proubasta, Ignacio ; Dominguez, Enrique. Comminuted radial head fractures treated with pyrocarbon prosthetic replacement. *Hand* March 2011, Vol.6(1), p.27(7)

(52) Sarris, Ioannis K ; Kyrkos, Margaritis J ; Galanis, Nikiforos N ; Papavasiliou, Kyriakos A ; Sayegh, Fares E ; Kapetanios, George A. Radial head replacement with the MoPyC pyrocarbon prosthesis. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* September 2012, Vol.21(9), pp.1222-1228

(53) Ricón, F. Javier ; Sánchez, Plácido ; Lajara, Francisco ; Galán, Adolfo ; Lozano, Juan A ; Guerado, Enrique. Result of a pyrocarbon prosthesis after comminuted and unreconstructable radial head fractures. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2012, Vol.21(1), pp.82-91

(54) Harrington, I.J ; Tountas, A.A. Replacement of the radial head in the treatment of unstable elbow fractures. *Injury* 1981, Vol.12(5), pp.405-412

(55) Judet, T ; Garreau De Loubresse, C ; Piriou, P ; Charnley, G. A floating prosthesis for radial-head fractures. *The Journal of bone and joint surgery* British volume March 1996, Vol.78(2), pp.244-9

(56) Smets, S ; Govaers, K ; Jansen, N ; Van Riet, R ; Schaap, M ; Van Glabbeek, F. The floating radial head prosthesis for comminuted radial head fractures: a multicentric study. *Acta orthopaedica Belgica* October 2000, Vol.66(4), pp.353-854

(57) Popovic, N. ; Gillet, Ph. ; Rodriguez, A. ; Lemaire, R. Fracture of the Radial Head With Associated Elbow Dislocation: Results of Treatment Using a Floating Radial Head Prosthesis. *Journal of Orthopaedic Trauma* 2000, Vol.14(3), pp.171-177

(58) Harrington, J., Ian ; Sekyi-Otu, W., Ato ; Barrington, C., Thomas ; Evans, C., D. ; Tuli, C., Vikas. The Functional Outcome with Metallic Radial Head Implants in the Treatment of Unstable Elbow Fractures: A Long-Term Review. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 2001, Vol.50(1), pp.46-52

(59) Ashwood, I., N. ; Bain, I., Gregory ; Unni, I., R. Management of Mason Type-III Radial Head Fractures with a Titanium Prosthesis, Ligament Repair, and Early Mobilization. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2004, Vol.86(2), pp.274-280

(60) Brinkman, Justus-Martyn ; Rahusen, Frank Th G ; Vos, Maarten J de ; Eygendaal, Denise. Treatment of sequelae of radial head fractures with a bipolar radial head prosthesis: Good outcome after 1-4 years follow-up in 11 patients. *Acta Orthopaedica* 01 January 2005, Vol.76(6), pp.867-872



- (61) Chapman, Cary B ; Su, Brian W ; Sinicropi, Stefano M ; Bruno, Roderick ; Strauch, Robert J ; Rosenwasser, Melvin P. Vitallium radial head prosthesis for acute and chronic elbow fractures and fracture-dislocations involving the radial head. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2006, Vol.15(4), pp.463-473
- (62) Dotzis, A ; Cochu, G ; Mabit, C ; Charissoux, J L ; Arnaud, J P. Comminuted fractures of the radial head treated by the Judet floating radial head prosthesis. *The Journal of bone and joint surgery British volume* June 2006, Vol.88(6), pp.760-4
- (63) Wretenberg P, Ericson A, Stark A. Radial head prosthesis after fracture of radial head with associated elbow instability. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* 2006, 126:145–149
- (64) Lim, Yi-Jia ; Chan, Beng Kuen. Short-term to medium-term outcomes of cemented Vitallium radial head prostheses after early excision for radial head fractures. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2008, Vol.17(2), pp.307-312
- (65) Shore, Benjamin J. ; Mozzon, Jeremy B. ; MacDermid, Joy C. ; Faber, Kenneth J. ; King, Graham J.W. Chronic posttraumatic elbow disorders treated with metallic radial head arthroplasty. *Journal of Bone and Joint Surgery* 2008, Vol.90(2), p.271
- (66) Ruan, Hong-Jiang ; Fan, Cun-Yi ; Liu, Jun-Jian ; Zeng, Bing-fang. A comparative study of internal fixation and prosthesis replacement for radial head fractures of Mason type III. *International Orthopaedics* 2009, Vol.33(1), pp.249-253
- (67) Fehringer, Edward V ; Burns, Erica M ; Knierim, Annie ; Sun, Junfeng ; Apker, Kimberly A ; Berg, Robert E. Radiolucencies surrounding a smooth-stemmed radial head component may not correlate with forearm pain or poor elbow function. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2009, Vol.18(2), pp.275-278
- (68) Chien, Hung-Yang ; Chen, Alvin Chao-Yu ; Huang, Jau-Wen ; Cheng, Chun-Ying ; Hsu, Kuo-Yao. Short- to medium-term outcomes of radial head replacement arthroplasty in posttraumatic unstable elbows: 20 to 70 months follow-up. *Chang Gung medical journal* 2010, Vol.33(6), pp.668-78
- (69) Celli, Andrea ; Modena, Francesco ; Celli, Luigi. The acute bipolar radial head replacement for isolated unreconstructable fractures of the radial head. *Musculoskeletal surgery* 2010, Vol.94(Supplement 1), pp.3-9
- (70) Heijink, Andras ; Morrey, Bernard F. ; Van Riet, Roger P. ; O'driscoll, Shawn W. ; Cooney, William P. Delayed treatment of elbow pain and dysfunction following Essex-Lopresti injury with metallic radial head replacement: A case series. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* September 2010, Vol.19(6), p.929(8)

- (71) Burkhart, Klaus Josef ; Mattyasovszky, Stefan G ; Runkel, Martin ; Schwarz, Christina ; Küchle, Raphael ; Hessmann, Martin H ; Rommens, Pol M ; Müller, Lars P. Mid- to long-term results after bipolar radial head arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2010, Vol.19(7), pp.965-972
- (72) Chen, Xiao ; Wang, Si-cheng ; Cao, Lie-hu ; Yang, Guo-qing ; Li, Ming ; Su, Jia-can. Comparison between radial head replacement and open reduction and internal fixation in clinical treatment of unstable, multi-fragmented radial head fractures. *International Orthopaedics* 2011, Vol.35(7), pp.1071-1076
- (73) Zunkiewicz, Mark R ; Clemente, Jill S ; Miller, Mark C ; Baratz, Mark E ; Wysocki, Robert W ; Cohen, Mark S. Radial head replacement with a bipolar system: a minimum 2-year follow-up. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2012, Vol.21(1), pp.98-104
- (74) Rotini R, Marinelli A, Guerra E, Bettelli G, Cavaciocchi M. Radial head replacement with unipolar and bipolar SBi system: a clinical and radiographic analysis after a 2-year mean follow-up. *Musculoskeletal Surgery* 2012, 96(1):69–79
- (75) O’driscoll, Shawn W ; Herald, Jonathan A. Forearm pain associated with loose radial head prostheses. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2012, Vol.21(1), pp.92-97
- (76) Chanlalit, Cholawish ; Shukla, Dave R ; Fitzsimmons, James S ; An, Kai-Nan ; O’Driscoll, Shawn W. Stress Shielding Around Radial Head Prostheses. *Journal of Hand Surgery* October 2012, Vol.37(10), pp.2118-2125
- (77) Watters, Steven, Tyler ; Garrigues, E., Grant ; Ring, S., David ; Ruch, S., David. Fixation Versus Replacement of Radial Head in Terrible Triad: Is There a Difference in Elbow Stability and Prognosis? *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2014, Vol.472(7), pp.2128-2135
- (78) Berschback, John C ; Lynch, T. Sean ; Kalainov, David M ; Wysocki, Robert W ; Merk, Bradley R ; Cohen, Mark S. Clinical and radiographic comparisons of two different radial head implant designs. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* August 2013, Vol.22(8), pp.1108-1120
- (79) Katthagen, Jan ; Jensen, Gunnar ; Lill, Helmut ; Voigt, Christine. Monobloc radial head prostheses in complex elbow injuries: results after primary and secondary implantation. *International Orthopaedics* 2013, Vol.37(4), pp.631-639
- (80) Allavena, C ; Delclaux, S ; Bonneville, N ; Rongièrès, M ; Bonneville, P ; Mansat, P. Outcomes of bipolar radial head prosthesis to treat complex radial head fractures in 22 patients with a mean follow-up of 50 months. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. November 2014, Vol.100(7), pp.703-709

(81) Schnetzke M, Aytac S, Deuss M, Studier-Fischer S, Swartman B, Muenzberg M, Gruetzner P-A, Guehring T. Radial head prosthesis in complex elbow dislocations: effect of oversizing and comparison with ORIF. *International Orthopaedics* 2014, 38(11):2295–2301

(82) Yu, Shi-yang ; Yan, He-de ; Ruan, Hong-jiang ; Wang, Wei ; Fan, Cun-yi. Comparative study of radial head resection and prosthetic replacement in surgical release of stiff elbows. *International Orthopaedics* 2015, Vol.39(1), pp.73-79

(83) Liu, Run ; Liu, Pengcheng ; Shu, Hexi ; Gong, Jinpeng ; Sun, Qi ; Wu, Jiezhou ; Nie, Xiaoyang ; Yang, Yong ; Cai, Ming. Comparison of primary radial head replacement and ORIF (open reduction and internal fixation) in Mason type III fractures: a retrospective evaluation in 72 elderly patients. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research* 08 January 2015, Vol.21, pp.90-3

(84) Yan, Mingming ; Ni, Jiangdong ; Song, Deye ; Ding, Muliang ; Liu, Tang ; Huang, Jun. Radial head replacement or repair for the terrible triad of the elbow: Which procedure is better? *ANZ Journal of Surgery* 2015 September, Vol.85(9), pp.644-648

(85) Mou, Zhefei ; Chen, Maohua ; Xiong, Yan ; Fan, Zhihang ; Wang, Aimin ; Wang, Ziming. Comminuted radial head fractures treated by the Acumed anatomic radial head system. *International journal of clinical and experimental medicine* 2015, Vol.8(4), pp.6327-33

(86) Al-Burdeni, S. ; Abuodeh, Y. ; Ibrahim, T. ; Ahmed, G. Open reduction and internal fixation versus radial head arthroplasty in the treatment of adult closed comminuted radial head fractures (modified Mason type III and IV). *International Orthopaedics* 27 August 2015, Vol.39(8), pp.1659-1664

(87) Li, Ning; Chen Shaoying. Open reduction and internal-fixation versus radial head replacement in treatment of Mason type III radial head fractures. *European Journal of Orthopaedic Surgery&Traumatology* 2014, 24:851–855

(88) Sun Hao; Duan Jun; Li Fengsheng. Comparison between radial head arthroplasty and open reduction and internal fixation in patients with radial head fractures (modified Mason type III and IV): a meta-analysis. *European Journal of Orthopaedic Surgery&Traumatology* 2016, 26:283–291

(89) Ryu, Seung Min ; Park, Sam-Guk ; Kim, Ji-Hoon ; Yang, Han Seok ; Na, Ho Dong ; Seo, Jae-Sung. Treatment of Modified Mason Type III or IV Radial Head Fracture: Open Reduction and Internal Fixation versus Arthroplasty. *Indian journal of orthopaedics* 2018, Vol.52(6), pp.590-595

(90) [http://www.orthopaedicscore.com/scorepages/oxford\\_elbow\\_score.html](http://www.orthopaedicscore.com/scorepages/oxford_elbow_score.html) (viitattu 21.10.2019)

(91) Guyver, P M ; Cattell, A E ; Hall, M J ; Brinsden, M D. "Oxford elbow scores in an asymptomatic population. *Annals of the Royal College of Surgeons of England* September 2013, Vol.95(6), pp.415-7

(92) [https://www.orthopaedicscore.com/scorepages/mayo\\_elbow.html](https://www.orthopaedicscore.com/scorepages/mayo_elbow.html) (viitattu 21.10.2019)

(93)  
[http://www.orthopaedicscore.com/scorepage/disabilities\\_of\\_arm\\_shoulder\\_hand\\_score\\_quickdash.html](http://www.orthopaedicscore.com/scorepage/disabilities_of_arm_shoulder_hand_score_quickdash.html) (viitattu 21.10.2019)

(94) Dawson, Jill ; Doll, Helen ; Boller, Irene ; Fitzpatrick, Ray ; Little, Christopher ; Rees, Jonathan ; Carr, Andrew. Comparative responsiveness and minimal change for the Oxford Elbow Score following surgery. *Quality of Life Research* December 2008, Vol.17(10), pp.1257-67

(95) Beaton D.E., Davis A.M., Hudak P., McConnell S. The DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) outcome measure: What do we know about it now? *British Journal of Hand Therapy* 2001; 6(4): 109-118

(96) Kiviranta Ilkka; Järvinen Markku. *Ortopedia* 2012, Kandidaattikustannus Oy, Helsinki. S. 490

(97) Turchin DC1, Beaton DE, Richards RR. Validity of observer-based aggregate scoring systems as descriptors of elbow pain, function, and disability. *The Journal of Bone and Joint Surgery American volume* 1998 Feb;80(2):154-62

(98) Longo U.G; Franceschi F; Loppini M; Maffulli N; Denaro V. Rating systems for evaluation of the elbow. *British Medical Bulletin* 2008; 87: 131–161

(99) Morrey BF, An KN, Chao EYS (1993) Functional evaluation of the elbow. In Morrey BF (ed.) *The Elbow and Its Disorders*, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders, 86–89

(100) Doornberg JN, Ring D, Fabian LM, Malhotra L, Zurakowski D, Jupiter JB (2005) Pain dominates measurements of elbow function and health status. *The Journal of Bone and Joint Surgery, American volume*, 87, 1725–1731

(101) Marinelli, A. ; Guerra, E. ; Ritali, A. ; Cavallo, M. ; Rotini, R. Radial head prosthesis: surgical tips and tricks. *Musculoskeletal surgery* 2017, Vol.101(Supplement 2), pp.187-196

(102) Heijink, F., Andras ; Kodde, G.H., Izaäk ; Mulder, S., Paul ; Veltman, P.J., Ewout ; Kaas, P.J., Laurens ; Van Den Bekerom, P.J., Michel ; Eygendaal, P.J., Denise. Radial Head Arthroplasty: A Systematic Review. *JBJS Reviews* 2016, Vol.4(10)

(103) Kaas, Laurens ; Jupiter, Jesse B ; Dijk, C. Niekvan ; Eygendaal, Denise: Management of Radial Head Fractures: Current Concepts. *Shoulder & Elbow* January 2011, Vol.3(1), pp.34-40

(104) Broberg, MA; Morrey, BF. Results of treatment of fracture-dislocations of the elbow. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1987; 216: 109–19

(105) Lindenhovius, AL; Felsch, Q; Ring, D; Kloen, P. The long-term outcome of open reduction and internal fixation of stable displaced isolated partial articular fractures of the radial head. *The Journal of Trauma* 2009; 67: 143–6